



Technická univerzita v Liberci
Fakulta textilní



DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2006

MARTINA HUŠKOVÁ



Technická univerzita v Liberci
Fakulta textilní



**GEOMETRICKÉ VLASTNOSTI SMĚSOVÝCH
PŘÍZÍ**

**THE GEOMETRIC PROPERTIES OF BLENDED
YARNS**

LIBEREC 2006

MARTINA HUŠKOVÁ

Poděkování

Chtěla bych touto cestou poděkovat paní Doc. Dr. Ing. Daně Křemenákové za metodické vedení, za mnoho cenných rad a připomínek, ale hlavně za její vstřícný přístup. Velice děkuji Ing. Vozkové, Ing. Krupincové a Ing. Voborové za pomoc při měření a zpracování experimentu.

Abstrakt

Kvalita promísení vláken (přírodních i chemických) v přízi zásadním způsobem ovlivňuje vlastnosti příze. S výjimkou speciálních aplikací – např. šicí nitě, kdy je preferováno umístění jedné komponenty v jádře příze a druhé v jejích obalových vrstvách, většinou je kladen důraz na stejnoměrné promísení obou komponent. Shlukování vláken jedné komponenty vede k nestejnoměrnosti příze, ke zhoršení jejích mechanicko-fyzikálních, ale i chemických vlastností a v neposlední řadě ke snížení její použitelnosti v textilní praxi.

V diplomové práci jsou zpracovány a porovnány výsledky měření průměrů jednokomponentních a směsových přízí získaných pomocí obrazové analýzy Lucia metodou měření chlupatosti příze, dále metodou radiální analýzy příčných řezů s průměry vypočtenými pomocí vhodného modelu. Hmotová nestejnoměrnost přízí byla měřena na přístroji Uster Tester. Samotné promísení vláken v přízi (stupeň promísení) je hodnoceno radiální analýzou řezů indexem směsování I.B.I. s využitím různých typů sítí

Abstract

Blended yarns quality mainly affect mixing quality of fibers (natural and synthetic). Except some special applications as sewing threads, where one component is placed in a core and second in a sheath region, is in principle requested homogeneity of mixing. Mixing non-uniformity is lead of worse physico-mechanical and also chemicals properties. Such yarns are not very suitable for applications in textile practice.

The thesis contains and compares results of yarn diameter measurement of one component and blended yarns using Lucia method (measurement of yarn hairiness), cross section analysis and diameters calculated using appropriate model. Substantial irregularity of yarns was measured in apparatus Uster Tester. Mixing of fibres (mixing degree) is evaluated by cross section analysis using index I.B.I. (index of blend irregularity). Different types of matrix were used.

Klíčová slova

Bavlna	cotton
Polypropylén	polypropylene
Chlupatost příze	yarn hairiness
Kvalita směsování	mixing quality
Průměr příze	yarn diameter
Zaplnění příze	yarn packing density

Obsah

Abstrakt.....	5
Klíčová slova.....	6
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	9
1. Rešerše.....	13
1.1 Geometrické vlastnosti vláken.....	13
1.2 Geometrické vlastnosti staplových přízí.....	15
1.3 Geometrické vlastnosti vícekomponentních staplových přízí.....	19
1.3.1 Zaplnění dvoukomponentní příze.....	20
1.3.2 Metody pro určení průměru a zaplnění příze.....	21
1.3.2.1 Přímá metoda.....	23
1.3.2.2 Metoda Secant.....	23
1.4 Model stlačování vlákenného materiálu.....	26
1.5 Metody pro určení stupně promísení vícekomponentních přízí.....	28
1.5.1 Hamiltonova metoda.....	29
1.5.2 Metoda testování konfigurací vláken v příčném řezu příze.....	32
1.5.3 Rozložení příčného řezu příze do sítě buněk.....	36
1.6 Chlupatost přízí.....	38
1.6.1 Definice chlupatosti příze.....	38
1.6.2 Teoretický model chlupatosti.....	39
1.6.2.1 Oblast chlupatosti příze.....	39
1.6.2.2 Jednoduchý exponenciální model zaplnění a chlupatosti příze.....	40
1.6.2.3 Vícenásobný exponenciální model zaplnění a chlupatosti příze.....	40
1.6.3 Metoda měření chlupatosti příze pomocí obrazové analýzy Lucia.....	42
1.6.3.1 Princip měření chlupatosti příze.....	42
1.6.3.2 Zpracování obrazu.....	43
2. Experimentální část.....	45
2.1 Zaplnění příze.....	48
2.2 Průměr příze.....	51
2.3 Počet vláken v průřezu příze.....	53
2.4 Naměřený hmotnostní směsový podíl pop vláken v přízi.....	54

2.5 Chlupatost přízí.....	56
2.6 Hodnocení kvality promísení dvoukomponentní příze indexem směsování IBI.....	62
2.7 Pevnost příze.....	64
3. Závěr.....	65
Seznam použité literatury.....	67
Internetové vyhledávací zdroje.....	68
Příloha A.....	69
Příloha B.....	71

Seznam použitých zkratk a symbolů

Vlákna

a	Měrný povrch vláken [m^2kg^{-1}]
d	Průměr vlákna [mm]
d_e	Ekvivalentní průměr vlákna [mm]
d^*	„Zvětšený ekvivalentní průměr vlákna“
l	Délka vlákna [km]
m	Hmotnost vláken [g]
p	Obvod vlákna [mm]
q	tvarový faktor průřezu vlákna [-]
s	Průřez vlákna [mm^2]
t	Jemnost vláken [tex]
t_m	Jemnost vláken v micronaire [mic]
ρ	Měrná hmotnost (hustota) vláken [kgm^{-3}]

Příze – geometrické vlastnosti

a	Phrixův zákrutový koeficient [$\text{m}^{-1}\text{ktex}^{\frac{2}{3}}$]
α	Charakteristika kontaktů mezi vlákny [-]
β	Úhel sklonu povrchového vlákna [°]
C_1	Multiplikační parametr husté chlupatosti [mm]
C_2	Multiplikační parametr řídké chlupatosti [mm]
d	Průměr příze [mm]
d_{ef}	Efektivní průměr příze [mm]
d_s	Substanční průměr příze [mm]
g_i	Hmotnostní podíl i-té komponenty [-]
h	Šířka mezikruží [mm]
h_1	Interval polovičního úbytku vláken husté (řídké) chlupatosti [mm]
h_2	Interval polovičního úbytku vláken husté (řídké) chlupatosti [mm]
K	Parametr suroviny [mm]
k_n	Koeficient počtu vláken

l	Délka úseku příze [km]
λ_i	Délkový podíl i-té komponenty [-]
l_i	Střední délka vláken i-té komponenty [mm]
M	Parametr suroviny a technologie [m]
m	Hmotnost příze [g]
μ^*	Zaplnění dvoukomponentní příze [-]
μ_i^*	Zaplnění příze vyrobené z i-té komponenty [-]
n_r	Reálný počet vláken v průřezu příze [-]
n	Celkový počet vláken [-]
n_i	Počet vláken i-té komponenty [-]
r	Poloměr příze [mm]
r_d	Poloměr příze určující hranici chlupatosti [mm]
ρ_i	Měrná hmotnost vláken i-té komponenty [kgm ⁻³]
r_j	Vzdálenost j-tého těžiště vlákna od osy příze [mm]
r_k	Poloměr hranice mezikruží [mm]
S	Průřez příze [mm ²]
S_{ef}	Plocha vláken v kruhu o efektivním průměru d_{ef} [mm ²]
Sc_{ef}	Plocha kruhu o efektivním průměru d_{ef} [mm ²]
s_r	Reálná součtová plocha vláken v průřezu příze [mm ²]
s_s	Substanční průřez příze [mm ²]
T	Jemnost příze [tex]
V^*	Objem komponent v přízi [m ³]
V_c^*	Celkový objem dvoukomponentní příze [m ³]
V_i^*	Objem vláken i-té komponenty [m ³ kg ⁻¹]
Z	Zákrut příze [m ⁻¹]
γ	Hustota příze [kgm ⁻³]
κ	Intenzita zákrutu příze [-]
μ	Zaplnění příze [-]
$\mu(r)$	Radiální zaplnění na obecném poloměru příze [-]
μ_m	Mezní zaplnění příze [-]
ρ	Střední měrná hmotnost (hustota) vláken [kgm ⁻³]
τ	Poměrná jemnost příze [-]
v_i	Objemový podíl i-té komponenty [-]

v_i Četnostní podíly komponent [-]

Příze- vnitřní promísení komponent

α_1	Četnostní podíl vláken 1. komponenty [-]
$a_1....a_5$	Počet vláken 1. komponenty v zónách 1 až 5 [-]
α_2	Četnostní podíl vláken 2. komponenty [-]
$b_1....b_5$	Počet vláken 1. komponenty v zónách 1 až 5 [-]
f_{1i}	Relativní četnost výskytu sekvencí 1. komponenty [-]
f_{2j}	Relativní četnost výskytu sekvencí 2. komponenty [-]
$I.B.I.$	Index směsování [-]
λ_1	Průměrná délka sekvence 1. komponenty [-]
λ_{1i}	i-tá délka sekvence 1. komponenty [-] $i = 1, 2, \dots, k$
λ_2	Průměrná délka sekvence 2. komponenty [-]
λ_{2j}	j-tá délka sekvence 2. komponenty [-] $j = 1, 2, \dots, n$
m	Počet buněk rozdělujících příčný řez příze [-]
M	Koeficient migrace [%]
M	Ideální rovnoměrné rozložení [-]
M	Moment skutečného rozložení [-]
M	Výskyt sledované komponenty pouze ve vnějších zónách [-]
M	Výskyt sledované komponenty pouze ve vnitřních zónách [-]
N	Počet všech vláken [-]
N_1	Počet vláken 1. komponenty [-]
$n_1....n_5$	Počet vláken v zónách [-]
n_{1i}	Absolutní četnost sekvencí i-té délky 1. komponenty [-]
N_2	Počet vláken 2. komponenty [-]
n_{2j}	Absolutní četnost sekvencí j-té délky 2. komponenty [-]
S	Celkový počet sekvencí všech vláken [-]
S_1	Celkový počet sekvencí vláken 1. komponenty [-]
σ_1^2	Rozptyl délek sekvencí 1. komponenty [-]
S_2	Celkový počet sekvencí vláken 1. komponenty [-]

σ_2^2	Rozptyl délek sekvencí 2. komponenty [-]
Z	Celkový počet sekvencí [-]
N_i	Počet vláken i-té buňce sítě [-]
ν	Počet stupňů volnosti [-]

Seznam použitých zkratk vláknenných materiálů

Co	bavlna
pop	polypropylén

1. Rešerše

1.1 Geometrické vlastnosti vláken

Vlákna jsou základní stavební jednotkou přízí. Jako vlákno je chápán útvar, jehož délka mnohonásobně převyšuje jeho průměr a z hlediska délky jsou rozlišována vlákna nekonečná a staplová. Vlastnosti chemických vláken jsou určeny jejich složením a způsobem výroby, [viz.6, 13, 26, 27]. Všechna vlákna jsou však charakterizována svou délkou, jemností (délkovou hmotností), měrnou hmotností (hustotou vláken), štihlostí, průměrem, ale i tvarem příčného řezu či zobloučkováním.

Jemnost vláknem t je možné vyjádřit jako

$$t = \frac{m}{l} = \frac{sl\rho}{l} = s\rho \quad (1.1.1)$$

t ...jemnost vláken [tex]

m ...hmotnost vláken [g]

l ...délka vláken [km]

s ...průřez vláken [mm²]

ρ ...měrná hmotnost vláken [kgm⁻³]

Ze vzorce 1.1.1 plyne, že vlákna stejné jemnosti v důsledku různé hustoty mají v průřezu odlišnou velikost plochy. (Měrné hmotnosti některých vláken jsou uvedeny v následující tabulce 1.1.1.)

Tab. 1.1.1

Druh vláken	Měrná hmotnost vláken [kgm ⁻³]
Bavlna	1520
Vlna	1310
Přírodní hedvábí	1340
Viskózová vlákna	1500
Polyesterová vlákna	1360
Polyamidová vlákna	1140
Polypropylénová vlákna	910

Pro lepší uživatelské vlastnosti, jako je omak, jsou chemická vlákna vyráběna s různými tvary průřezů, proto se u vláken stanoví tzv. ekvivalentní průměr vlákna d_e - tj. průměr kruhu, který má stejný obsah plochy jako příčný řez vlákna.

$$d_e = \sqrt{\frac{4s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4t}{\pi\rho}} \quad (1.1.2)$$

d_e ...ekvivalentní průměr vlákna [mm]

s ...průřez vláken [mm^2]

t ...jemnost vláken [tex]

ρ ...měrná hmotnost vláken [kgm^{-3}]

Tvar příčného řezu vlákna- respektive míru jeho odchýlení od kruhového průřezu, definovala K.Malinowská tvarovým faktorem průřezu vlákna q , popsáný vztahem

$$q = \frac{p}{\pi d} - 1 \quad (1.1.3)$$

(Je-li průřez vlákna kruhový, pak $q=0$. S rostoucím q se průřez vlákna vzdaluje kruhovému tvaru.)

q ...tvarový faktor průřezu vlákna [-]

p ...obvod vlákna [mm]

d ...průměr vlákna [mm]

Pomocí hodnoty tvarového faktoru je možné vyjádřit měrný povrch vláken a , tj. plochu povrchu vláken ve hmotnostní jednotce.

$$a = 2\sqrt{\pi} \frac{1+q}{\sqrt{\rho t}} \quad (1.1.4)$$

a ...měrný povrch vláken [m^2kg^{-1}]

q ...tvarový faktor průřezu vlákna [-]

t ...jemnost vláken [tex]

ρ ...měrná hmotnost (hustota) vláken [kgm^{-3}]

Další geometrické (i chemické) vlastnosti vláken jsou popsány v [6, 13, 15, 16, 20, 25, 26].

1.2 Geometrické vlastnosti staplových přízí

Zpevníme-li svazek staplových vláken zákrutem, získáme staplovou přízi. Exaktní popis struktury příze je z hlediska uspořádání vláken velmi složitý. Pro popis struktury příze se používá šroubovicový model příze (viz. níže). Nejprve je třeba definovat jemnost příze T [15, 18, 19, 20, 22, 26], která je dána poměrem hmotnosti m ku délce l , přesněji:

$$T = \frac{m}{l} 1000 \quad (1.2.1)$$

T ...jemnost příze [tex]

m ...hmotnost příze [g]

l ...délka příze [m]

Stlačením příze do homogenního válce (obr. č.1), tedy vytěsnáním vzduchových mezer (tzn. $\mu=1$), se získá nejmenší možný průměr příze, tzv. substanční průměr příze d_s :

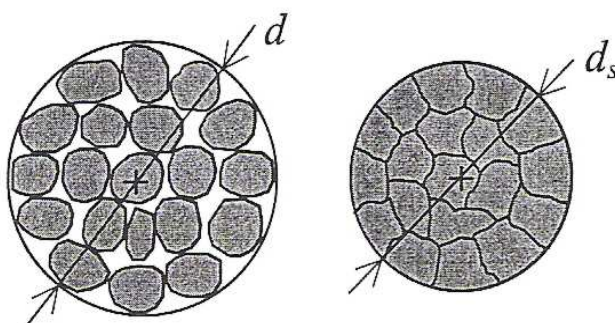
$$d_s = \sqrt{\frac{4T}{\pi\rho}} \quad (1.2.3)$$

d_s ...průměr příze [mm]

T ...jemnost příze [tex]

ρ ...měrná hmotnost (hustota) vláken [kgm^{-3}]

Obr. 1.2.1 – průřez a substanční průřez příze



Průměr příze d je tedy ovlivněn jejím zaplněním μ , které je možné definovat jako objem vláken ku celkovému objemu vlákenného materiálu či jako podíl plochy vláken v příčném řezu příze ku celkové ploše příčného řezu.

$$\mu = \frac{d_s^2}{d^2} = \frac{4T}{d^2 \pi \rho} \quad \mu \in (0 ; 1) \quad (1.2.5)$$

μ ...zaplnění příze [-]

d ...průměr příze [mm]

d_s ...průměr příze [mm]

T ...jemnost příze [tex]

ρ ...měrná hmotnost (hustota) vláken [kgm⁻³]

Průměr příze d :

$$d = \sqrt{\frac{4T}{\pi \mu \rho}} \quad (1.2.2)$$

d ...průměr příze [mm]

T ...jemnost příze [tex]

ρ ...měrná hmotnost (hustota) vláken [kgm⁻³]

μ ...zaplnění příze [-]

Průměr příze d zahrnuje jak vlákna v přízi, tak i vzduchové mezery mezi nimi [15, 20].

Je tedy zřejmá relace mezi průměrem příze d a jejím substančním průměrem d_s :

$$d_s < d \quad (1.2.4)$$

Efektivní průměr příze d_e se označuje průměr, jehož hodnota je určena experimentálně. (viz. IN 22-103-01/01 a IN 22-108-01/01).

Počet paralelně uložených vláken ve svazku příze udává poměrnou jemnost příze τ . Její hodnota je dána poměrem jemnosti příze T ku jemnosti vlákna t .

$$\tau = \frac{T}{t} \quad (1.2.6)$$

τ ...poměrná jemnost příze [-]

T ...jemnost příze [tex]

t ...jemnost vláken [tex]

Šroubovicový model příze [19, 20] (obr. č.1.2.2) vychází z následujících předpokladů:

- 1) příze tvoří válec o průměru d ,
- 2) osy vláken tvoří soustavu souosých šroubovic na obecných poloměrech $r \in (0 ; d/2)$
- 3) vlákna jsou válcová a jejich průřezem je kruh o poloměru d_e a průřezu s
- 4) výška stoupání šroubovice je $1/Z$

Pro intenzitu zákrutu κ příze platí:

$$\tan \beta = 2 d Z = \kappa \quad (1.2.7)$$

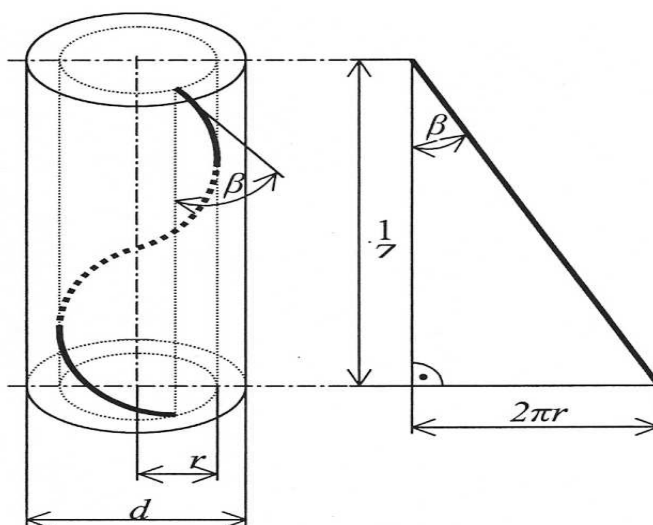
κ ...intenzita zákrutu příze [-]

β ...úhel sklonu povrchového vlákna [°]

Z ...zákrut příze [m^{-1}]

d ...průměr příze [mm]

Obr. 1.2.2 Šroubovicový model příze



Zákrutové koeficienty příze jsou vztažené buď k jemnosti příze T , nebo k jejímu substančnímu průřezu d_s . Plošné typy koeficientů zákrutu jsou vhodné zejména pro teoretické úvahy [15, 20]. Koechlinův zákrutový koeficient se zpravidla používá pro hrubší útvary, např. přásky. Pro příze se používá Phrixův zákrutový koeficient a .

Phrixův koeficient zákrutu a :

$$a = ZT^{2/3} \quad Z [m^{-1}] = a [m^{-1} \text{ktex}^{2/3}] * 100/T^{2/3} [\text{tex}] \quad (1.2.8)$$

a ...Phrixův zákrutový koeficient [$m^{-1} \text{ktex}^{2/3}$]

Z ...zákrut příze [m^{-1}]

T ...jemnost příze [tex]

Jak vyplývá ze šroubovicového modelu, vlákna v přízi nejsou uložena přesně rovnoběžně, ale jsou zešikmena. Míru zešikmení vláken v přízi udává koeficient migrace k_s . Lze tedy říci, že koeficient migrace udává, do jaké míry odpovídá reálná příze šroubovicovému modelu.

$$k_s = \frac{s_r}{s_s} \quad k_s \leq 1 \quad (1.2.9)$$

k_s ...koeficient [-]

s_r ...reálná součtová plocha vláken v průřezu příze [mm^2]

s_s ...substanční průřez příze [mm^2]

Také reálný počet vláken n_r je odlišný od hodnoty poměrné jemnosti vypočtené za předpokladu paralelního uložení vláken (viz. rce.(1.2.7))

$$n_r = \tau k_n \quad k_n \leq 1 \quad (1.2.10)$$

n_r ...reálný počet vláken [-]

k_n ...koeficient [-]

τ ...poměrná jemnost příze [-]

1.3 Geometrické vlastnosti vícekomponentních staplových přízí

Vícekomponentní příze je tvořena dvěma a více typy vláken-komponent. Každé vlákno má své specifické vlastnosti, které (s přihlédnutím vzájemného poměru komponent) určují geometrické vlastnosti vícekomponentní příze [15, 19, 20].

Váženým harmonickým průměrem je určena střední měrná hmotnost vláken ρ_s v přízi

$$\rho_s = \frac{1}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (1.3.1)$$

ρ_s ... střední měrná hmotnost vláken [kgm^{-3}]

V_i ...objem vláken i-té komponenty [m^3kg^{-1}]

kde objem i-té komponenty V_i je podíl hmotnostního podílu komponenty ku její měrné hmotnosti

$$V_i = \frac{g_i}{\rho_i} \quad (1.3.2)$$

V_i ...objem vláken i-té komponenty [m^3kg^{-1}]

g_i ...hmotnostní podíl i-té komponenty [-]

ρ_i ... měrná hmotnost vláken i-té komponenty [kgm^{-3}]

Objemové podíly komponent v_i lze pak vyjádřit

$$v_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (1.3.3)$$

v_i ...objemový podíl i-té komponenty [-]

V_i ...objem vláken i-té komponenty [m^3kg^{-1}]

Četnostní podíly jednotlivých komponent v_i je možné vyjádřit rovnicí:

$$v_i = \frac{n_i}{n} = \frac{\frac{\lambda_i}{l_i}}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\lambda_i}{l_i} \right)} \quad (1.3.4)$$

v_i ...četnostní podíl i-té komponenty [-]

n_i ...počet vláken i-té komponenty [-]

n ...celkový počet vláken [-]

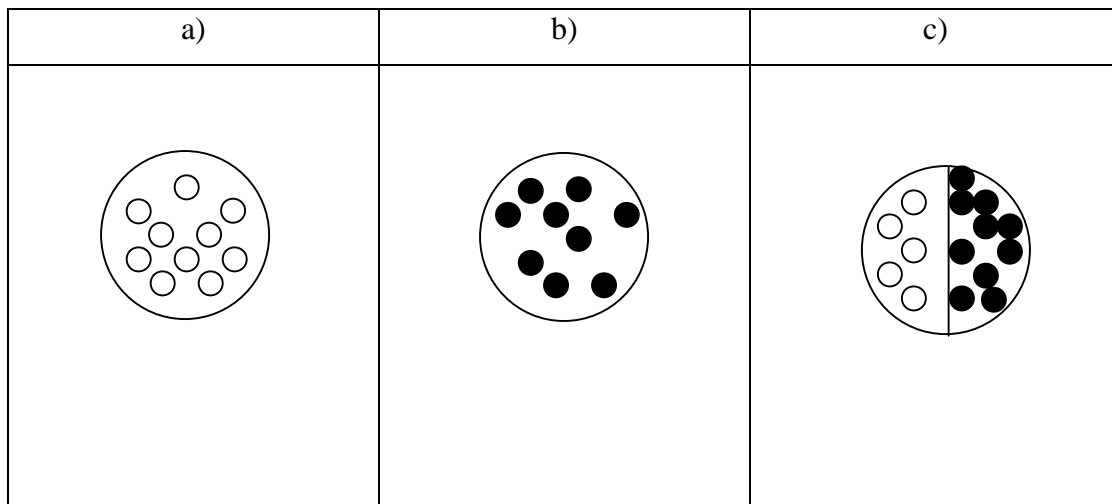
λ_i ...délkový podíl i-té komponenty [-]

l_i ...střední délka vláken i-té komponenty [mm]

1.3.1 Zaplnění dvoukomponentní příze

Podle [9] je možné idealizovat dvoukomponentní přízi jako dvě příze jednokomponentní (obr. 1.3.1.1 a),b)) za předpokladu, že byly vyrobeny stejnou technologií se shodnou jemností a zákrutem. Na obr. 1.3.1.1 c) je znázorněn idealizovaný průřez dvoukomponentní příze.

Obr. 1.3.1.1



Za předpokladu:

- 1) vlákna i-té komponenty se do směsové příze ukládají se stejným zaplněním (při zachování stejné technologie, jemnosti a zákrutu příze),
- 2) objem vláken v dvoukomponentní přízi odpovídá součtu objemů vláken komponent,
- 3) objem příze odpovídá součtu celkových objemů (se vzduchem), které zaujímají komponenty v přízi.

Pro zaplnění dvoukomponentní příze μ^* platí

$$\begin{aligned}\mu^* &= \frac{V^*}{V_c^*} = \frac{V_1^* + V_2^*}{V_1^* / \mu_1^* + V_2^* / \mu_2^*} = \frac{\mu_1^* \mu_2^*}{v_1 \mu_2^* + v_2 \mu_1^*} = \frac{\mu_1 \mu_2}{v_1 \mu_2 + v_2 \mu_1} = \\ &= \frac{\mu_1 \mu_2}{\rho_s \left(\frac{g_1}{\rho_1} \mu_2 + \frac{g_2}{\rho_2} \mu_1 \right)}\end{aligned}\quad (1.3.1.1)$$

μ^* ...zaplnění dvoukomponentní příze [-]

μ_i^* ...zaplnění jednokomponentní příze vyrobené z i-té komponenty [-]

ρ_i ... měrná hmotnost vláken i-té komponenty [kgm⁻³]

ρ_s ...střední hustota vláken ve směsi [kgm⁻³]

v_i ...objemový podíl i-té komponenty [-]

g_i ...hmotnostní podíl i-té komponenty [-]

1.3.2 Metody pro určení průměru a zaplnění příze

Přízi je výhodné zkoumat pomocí obrazové analýzy radiálních řezů, protože v příčném řezu je možné určit na základě znalostí vlastností použitého materiálu její efektivní a radiální zaplnění, průměr, ale i v případě vícekomponentní příze hmotnostní rozložení jednotlivých komponent v jádře příze a počet vláken celkový, i jednotlivých komponent.

Nejprve je třeba vytvořit mikroskopické preparáty příčných řezů přízí (např. zalít přízi do adheziva typu „disperzního lepidla“, poté do směsi vosku a parafínu a preparáty nařezat kvalitním nožem). (IN 46-108-01/01 uvádí i další možné způsoby přípravy preparátů.) Poté se preparáty pomocí mikroskopické techniky zvětší, zaostří a grafické soubory formátu *lim* (kontury vláken) se přenesou do počítače. (PC musí být vybaven vhodným software(Lucia), který umožní zpracování grafických souborů.) U každého

vlákna v příčném řezu se sejme poloha jeho těžiště a uloží se do paměti počítače ve formě datového souboru formátu *i.txt*, kde $i = 1, 2, 3, \dots, m$, a m je počet příčných řezů příze ve výběru.. Poloha těžiště j -tého vlákenného řezu je označena souřadnicemi (X_j, Y_j) kde $j = 1, 2, 3, \dots, n$, a n je počet vláken v i -tém příčném řezu příze.

Poloha osy příze je určena jako těžiště těžišť vlákenných řezů daného příčného řezu příze a popsána souřadnicemi (X_0, Y_0) . i -tý příčný řez příze je poté rozdělen soustavou radiálních mezikruží poloměru r_k , ($k = 1, 2, \dots, l$, kde číslo l značí počet mezikruží), se středem odpovídajícím ose příze a konstantním přírůstkem šířky mezikruží h .

Šířka mezikruží se volí podle potřeby, ale vždy musí platit

$$h < d_e \quad (1.3.2.1)$$

h ...šířka mezikruží [mm]

d_e ...ekvivalentní průměr vlákna [mm]

Aby bylo možné (v grafickém, resp. textovém formátu) vstupní data softwarově zpracovat, je třeba u zkoumaných přízí určit:

- 1) jemnost vláken- ČSN 80 0269, ČSN 80 0203, ČSN EN ISO 1973 (80 0269), IN 21-108-10/01 nebo ČSN 820 0238 za použití přepočtu dle vztahu

$$t = \frac{t_m}{2.54} \quad (1.3.2.2)$$

Tento vzorec je určen pouze pro bavlněná vlákna.

t ...jemnost vláken [tex]

t_m ...jemnost vláken [mic]

- 2) měrnou hmotnost vláken (viz tab. 1.1.1),
- 3) jemnost příze- ČSN EN ISO 2060 (80 0702),
- 4) zákrut příze- ČSN 80 0701 nebo využitím vztahů pro výpočet jemnosti 1.2.1 a výpočet Phrixova zákrutového koeficientu 1.2.9 (pouze u metody Secant (viz kap. 1.3.2.2)).

1.3.2.1 Příímá metoda

Pomocí této metody jsou zpracovávány grafické soubory formátu *lim* na PC. (Vhodným softwarovým vybavením počítače je Lucia a Matlab.) Před vlastním zpracováním je nutné zkontrolovat binární obrazy a správné nastavení kalibrace. (Kontury jednotlivých vláken musí být přesně dotaženy a jednotlivé obrazy se nesmí překrývat– byly by hodnoceny jako jeden objekt).

Princip přímé metody:

- 1) určení osy příze a počtu vláken v i-tém příčném řezu příze,
- 2) začlenění vlákenných ploch do soustavy radiálních mezikruží v i-tém příčném řezu příze,
- 3) výpočet radiálního zaplnění v i-tém příčném řezu příze,
- 4) určení efektivního průměru příze a efektivního zaplnění příze v i-tém příčném řezu příze,
- 5) statistické zpracování souboru řezů.

Uvedeným postupem je možné vyhodnotit jednokomponentní příze. V případě dvoukomponentních přízí je třeba uvedené charakteristiky vyčíslit pro každou komponentu zvlášť (včetně jejich hmotnostních podílů) a potom souhrnně pro všechna vlákna v přízi.

1.3.2.2 Metoda Secant

Textové soubory těžišť vláken *txt* jsou zpracovávány metodou Secant pomocí PC vybaveným programovacím jazykem umožňujícím zpracování těchto dat.

Princip metody Secant:

- 1) určení osy příze v příčném řezu,
- 2) určení počtu vláken v příčném řezu příze,
- 3) rekonstrukce vlákenných ploch a jejich začlenění do soustavy radiálních mezikruží v příčném řezu příze,
- 4) korekce vlivu sklonu vlákna způsobeného zákrutem příze,
- 5) výpočet radiálního zaplnění v řezu příze,
- 6) statistické zpracování souboru řezů,
- 7) korekce zaplnění dle sklonu vláken způsobených migračními jevy,
- 8) určení efektivního průměru a efektivního zaplnění příze.

Vzdálenost j-tého těžiště vlákna od osy příze r_j se určí podle vztahu

$$r_j = \sqrt{(X_j - X_0)^2 + (Y_j - Y_0)^2} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1.3.2.2.1)$$

r_j ... vzdálenost j-tého těžiště vlákna od osy příze [mm]

Kolem těžišť vláknenných řezů rekonstruuji plochy příčných řezů vláken. Nejprve se uvažují ideální vlákna s kruhovým průřezem uložená rovnoběžně s osou příze. Jejich ekvivalentní průměr se určí dle vztahu 1.2.1.

Plocha $s_j(r_k)$, kterou vytíná v řezu j-tým vláknem kruhová hranice mezikruží na poloměru r_k se určí podle vztahu

$$s_j(r_k) = \left(\frac{d_e}{2}\right)^2 \arccos \frac{x}{\frac{d_e}{2}} + r_k^2 \arccos \frac{r_j - x}{r_k} - r_j y \quad (1.3.2.2.2)$$

d_e ... ekvivalentní průměr vlákna [mm]

r_j ... vzdálenost j-tého těžiště vlákna od osy příze [mm]

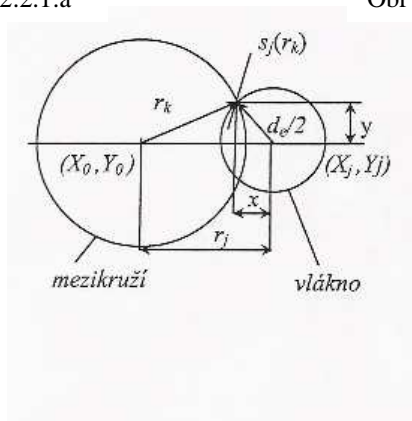
r_k ... poloměr hranice mezikruží [mm]

kde

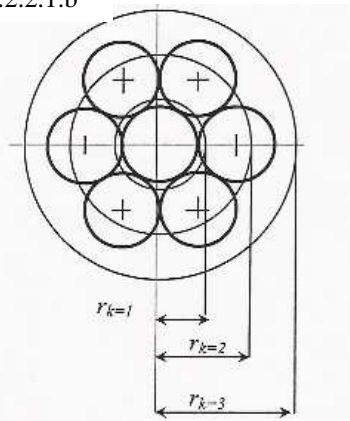
$$x = \frac{\left(\frac{d_e}{2}\right)^2 - r_k^2 + r_j^2}{2r_j} \quad y = \sqrt{\left(\frac{d_e}{2}\right)^2 - x^2} \quad (1.3.2.2.3)$$

Při začleňování vláknenných ploch do mezikruží je třeba postupně odečítat plochy $s_j(r_k)$ od plochy kruhu $\pi d_e^2/4$.

Obr 1.3.2.2.1.a



Obr 1.3.2.2.1.b



obr. č. 1.3.2.2.1 začlenění ploch do mezikruží

1.3.2.2.1.a- výpočet plochy vlákna v mezikruží

1.3.2.2.1.b- soustava mezikruží na modelové válcové struktuře

Efektivní průměr příze d_{ef} odpovídá hodnotě radiálního zaplnění 0,15 (IN 22-103-01/01).

Efektivní zaplnění příze μ_{ef} je dáno vztahem

$$\mu_{ef} = \frac{S_{ef}}{Sc_{ef}} \quad (1.3.2.2.4)$$

S_{ef} ...plocha vláken v kruhu o efektivním průměru d_{ef} [mm²]

Sc_{ef} ...plocha kruhu o efektivním průměru d_{ef} [mm²]

1.4 Model stlačování vlákenného materiálu

Model [15, 16, 20] vychází z předpokladů:

- 1) vlákna jsou v přízi stlačována jako důsledek zákrutu
- 2) stlačování vyvozují vnější vrstvy vláken, tloušťka stlačovací vrstvy je konstantní
- 3) uspořádání vláken v přízi lze popsat šroubovicovým modelem.

Jemnější příze s vyšším počtem zákrutů mají k vyšší hodnoty zaplnění. Zaplnění je ve skutečnosti výsledkem interakce sil od zakrucování a materiálového odporu proti tomuto stlačování. Neckář [16] popisuje vztah mezi jemností příze T , zákrutem Z a průměrem příze d vztahem:

$$\frac{\left(\frac{\mu}{\mu_m}\right)^{5/2}}{\left[1 - \left(\frac{\mu}{\mu_m}\right)^{a+2}\right]^2} = \frac{M\sqrt{\pi}}{2000\mu_m^{5/2}\sqrt{\rho}} \left(ZT^{1/4}\right)^2 \quad (1.4.1)$$

$$\frac{\left(\frac{\mu}{\mu_m}\right)^{5/2}}{\left[1 - \left(\frac{\mu}{\mu_m}\right)^{a+2}\right]^2} = \frac{K}{8\sqrt{\frac{\pi\mu_m^3}{\rho}} * \sqrt{T} * \left(1 - \sqrt{\frac{t}{T}}\right)^2} \quad (1.4.2)$$

μ_m ...mezní zaplnění příze [-]

μ ...zaplnění příze [-]

a ...charakteristika kontaktů mezi vlákny [-]

M ...parametr suroviny a technologie [m]

K ...parametr suroviny [mm]

ρ ...měrná hmotnost (hustota) vláken [kgm^{-3}]

T ...jemnost příze [tex]

t ...jemnost vláken [tex]

Z ...zákrut příze [m^{-1}]

Pro hodnotu charakteristiky kontaktů lze obvykle užít hodnotu ($\alpha=1$). Hodnota mezního zaplnění s ohledem na vliv povrchových vrstev u příze je stanovena přibližně na ($\mu_m=0,8$). Vybrané orientační hodnoty souhrnného parametru suroviny a technologie M jsou uvedeny v tab. 1.4.1. Tato hodnota je ovlivněna použitou technologií i vlákenným materiálem. Orientační hodnoty parametru suroviny K jsou uvedeny v tab.1.4.2.

Tab. 4.1.1 Hodnoty parametru suroviny a technologie

Vlákenný materiál	M [m]		
	česaná	mykaná	rotorová
bavlna	0,0064	0,0042	0,0027
VS-Btyp	0,0180		0,0077
PES-Btyp	0,0125		0,0054
Jiná chemická vlákna	0,0130		0,0056
vlna	0,090	0,0050	0,0027

Tab.1.4.2 Hodnoty parametru suroviny

Vlákenný materiál	K [mm]
Bavlna - dlouhovělkenná	0.780
Bavlna - středněvlákenná	0.975
VS-Btyp	1.68
PES-Btyp	1.37
vlna	0.917

1.5 Metody pro určení stupně promísení vícekomponentních přízí

Problémem uspořádání vláken se začal zabývat Schwarz [22] v r. 1951, na něj navázali Balakrishna a Phatarferd [1]. Jejich teorie se opírá o dva předpoklady. První, že v řezu příze je velmi nízký počet vláken (1 až 37 vláken). Druhým předpokladem je, že tato vlákna jsou v řezu uspořádána do dokonalé hexagonální struktury. Metoda se zdá být v praxi nepoužitelná s ohledem na její předpoklady, (minimální počet vláken v průřezu příze je u různých technologií různý), avšak je velmi jednoduchá co do výpočtu.

Grishanov a kol. [4] navrhli metodu virtual locations. Tato metoda je založena na skutečnosti, že vlákna nejsou prakticky rozložená ani ve formě prstence, ani ve formě hexagonální struktury, ale jejich kombinací. Výhoda tohoto přístupu spočívá v možnosti simulace vzduchových mezer mezi vlákny, což vede k dobrému určení rozmístění vláken. Tato metoda je poměrně lehce proveditelná a navíc poskytuje výsledky s poměrně vysokým stupněm přesnosti. Její použití je omezeno dvěma předpoklady. Prvním je zanedbání rozdílnosti průřezů jednotlivých vláken. Dále zaplnění je vyjadřováno jako podíl obsahu plochy řezů vláken v dané kruhové oblasti ku ploše této kruhové oblasti. Tyto dva předpoklady se však zdají být velmi nevýhodné vzhledem k rozdílnosti průřezů vláken dvou různých komponent.

Další metodou podle Coplana a Kleina [3] může být testování konfigurací vláken příčného řezu příze. Vlákna z řezu příze se uspořádají do řady podle zvoleného kritéria, např. je možné zvolit spirálu se začátkem v těžišti příčného řezu a postupovat o šířce jednoho vlákna k povrchu příze.

Další metoda [8] je založená na principu nejbližšího souseda, kdy se k prvnímu vláknu postupně, dle vzdálenosti, řadí ostatní vlákna. První vlákno je možné zvolit s ohledem na požadovaný výsledek. Tzn. Je možné jej zvolit tak, aby bylo možné sestavit nejhorší možné uspořádání sekvencí či právě naopak. Také je možné zvolit postupně za začátek každé vlákno, což umožňuje zachytit konfigurace nejbližšího okolí všech vláken. Poté se u takto vytvořených konfigurací testuje výskyt počtu sekvencí určitých délek nebo výskyt svazků s různým počtem vláken komponent [10]. Tato metoda se zdá být výhodná a objektivní pro testování vícekomponentních přízí.

Je třeba zmínit, že krom využití výše popsaných sítí (sítě koncentrických mezikružích s konstantním přírůstkem poloměru či s konstantní plochou, dále radiální výseče o stejném vnitřním úhlu) je možné příčný řez příze rozdělit například pravoúhlou sítí. Ve

všech případech je však zkoumán počet vláken jednotlivých komponent v jednotlivých buňkách daného řezu. Pomocí statistické analýzy indexu směsování I:B:I. (určením intervalu spolehlivosti indexu směsování) je možné testovat odchylky uspořádání vláken v průřezu příze od předpokladu náhodného uspořádání vláken v řezu příze. Lze též určit index směsování vláken v průřezu příze v axiálním směru, tzn. určit I.B.I. mezi jednotlivými řezy příze.

1.5.1 Hamiltonova metoda

Hamiltonova metoda [11] spočívá v rozdělení průřezu příze na pět radiálních zón s konstantním přírůstkem poloměru. Zóny jsou číslovány od středu řezu. V každém mezikruží se sečte počet vláken každé komponenty. Metoda dále používá statistických metod přepočítávající počet vláken na momenty rozdělení počtu vláken podle čísla zóny. Součet těchto momentů udává celkový moment, pro nějž metoda definuje tři hypotetické případy a to: ideální rovnoměrné rozložení, dále výskyt sledované komponenty pouze ve vnitřních (resp. vnějších) zónách- tato metoda nezahrnuje do výpočtu třetí, tj. střední zónu. Metoda je v praxi snadno použitelná, avšak do jisté míry subjektivní, jelikož určování polohy těžiště vlákna není prováděno objektivní metodou.

Výpočet koeficientu migrace ve vnějších zónách řezu:

$$M_{skut} > M_{st}$$

$$M_{[%]} = \frac{M_{skut} - M_{st}}{M_{vnej} - M_{st}} * 10^2 \quad (1.5.1.1)$$

M ...koeficient migrace [%]

M_{st} ...ideální rovnoměrné rozložení [-]

M_{skut} ...moment skutečného rozložení [-]

M_{vnej} ...výskyt sledované komponenty pouze ve vnějších zónách [-]

Výpočet koeficientu migrace ve vnitřních zónách řezu:

$$M_{skut} < M_{st}$$

$$M_{[%]} = \frac{M_{skut} - M_{st}}{M_{st} - M_{vnitr}} * 10^2 \quad (1.5.1.2)$$

M ...koeficient migrace [%]

M_{st} ...ideální rovnoměrné rozložení [-]

M_{vnitr} ...výskyt sledované komponenty pouze ve vnitřních zónách [-]

M_{skut} ...moment skutečného rozložení.

$$M_{skut} = (-2a_1) + (-1a_2) + (0a_3) + (1a_4) + (2a_5) \quad (1.5.1.3)$$

M_{skut} ...moment skutečného rozložení.

$$M_{skut} = 2(a_5 - a_1) + a_4 - a_2 \quad (1.5.1.4)$$

M_{skut} ...moment skutečného rozložení.

$$M_{st} = \frac{N_1}{N} [2(n_5 - n_1) + n_4 - n_2] \quad (1.5.1.5)$$

M_{st} ...ideální rovnoměrné rozložení

n_i ...počet vláken v i-té radiální zóně [-]

N ...celkové množství vláken [-]

N_i ...celkové množství vláken i-té komponenty [-]

Tab.1.5.1 slouží pro usnadnění výpočtu, její součástí je tab. 1.5.1.2

Tab.1.5.1.1

parametr	počet vláken					celkové množství vláken	moment
číslo zóny	1	2	3	4	5		
umístění zóny	-2	-1	0	1	2		
1.komponenta	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	N_1	
2.komponenta	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	N_2	
počet vláken v zónách	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	N	
	$M_{skut} > M_{st}$						$M_{vněj}$
možné rozložení vláken v					N_1	N_1	$2N_1$
				X	n_5	N_1	$2n_5 + X$
			X_1	n_4	n_5	N_1	$2n_5 + n_4$
		X_2	n_3	n_4	n_5	N_1	$2n_5 + n_4 - X_2$
	X_3	n_2	n_3	n_4	n_5	N_1	$2n_5 + n_4 - n_2 - 2X_3$
	$M_{skut} < M_{st}$						$M_{vnitř}$
možné rozložení vláken v	N_2					N_2	$-2N_2$
	n_1	Y				N_2	$-2n_1 - Y$
	n_1	n_2	Y_1			N_2	$-2n_1 - n_2$
	n_1	n_2	n_3	Y_2		N_2	$-2n_1 - n_2 + Y_2$
	n_1	n_2	n_3	n_4	Y_3	N_2	$-2n_1 - n_2 + n_4 + 2Y_3$

Tab. 1.5.1.2.

$X = N_1 - n_5$	$Y = N_2 - n_1$
$X_1 = N_1 - (n_5 + n_4)$	$Y_1 = N_2 - (n_1 + n_2)$
$X_2 = N_1 - (n_5 + n_4 + n_3)$	$Y_2 = N_2 - (n_1 + n_2 + n_3)$
$X_3 = N_1 - (n_5 + n_4 + n_3 + n_2)$	$Y_3 = N_2 - (n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$

1.5.2 Metoda testování konfigurací vláken v příčném řezu příže

Základní vztahy teorie sekvencí

Pojmem konfigurace, podle [3], se rozumí jednoznačné uspořádání vláken v řezu příze dle zvoleného kritéria. Zde je použita metoda nejbližšího souseda [8]. Jako první vlákno jsou postupně volena všechna vlákna v příčném řezu příze, což umožňuje postupně zachytit konfigurace nejbližšího okolí všech vláken. U konfigurací se testuje výskyt sekvencí určitých délek – tzn. počtu vláken v dané sekvenci. Existují dvě možné krajní konfigurace vláken komponent a to limitní agregace (když vlákna každé z komponent tvoří jen jednu sekvenci) limitní segregace (v tomto “ideálním” případě se vlákna obou komponent pravidelně střídají).

Následující výpočty jsou uvedeny pro jednu komponentu, výpočet hodnot druhé komponenty je vždy analogický.

Celkový počet sekvencí S :

$$S = S_1 + S_2 = \sum_{i=1}^k n_{1i} + \sum_{j=1}^l n_{2j} \quad (1.5.2.1)$$

S ...celkový počet sekvencí všech délek [-]

$S_1, (S_2)$...celkový počet sekvencí vláken 1, (2).komponenty [-]

n_{1i}, n_{2j} ...absolutní četnost sekvencí i-té (j-té) délky 1, (2).komponenty [-]

Relativní četnost výskytu sekvencí dané délky f_{1i} :

$$f_{1i} = \frac{n_{1i}}{\sum_{i=1}^k n_{1i}} = \frac{n_{1i}}{S_1} \quad (1.5.2.2)$$

f_{1i} ...relativní četnost výskytu sekvencí 1.komponenty [-]

S_1 ...celkový počet sekvencí vláken 1. komponenty [-]

n_{1i} ...absolutní četnost sekvencí i-té délky 1. komponenty [-]

Počet vláken N :

$$N = N_1 + N_2 = \sum_{i=1}^k \lambda_{1i} * n_{1i} + \sum_{j=1}^l \lambda_{2j} * n_{2j} \quad (1.5.2.3)$$

N ...počet všech vláken.[-]

$N_1, (N_2)$...počet vláken 1, (2) komponenty [-]

$\lambda_{1i}, (\lambda_{2j})$...i-tá (j-tá) délka sekvence 1, (2) komponenty [-]

n_{1i}, n_{2j} ...absolutní četnost sekvencí i-té (j-té) délky 1, (2).komponenty [-]

Četnostní podíl vláken komponent α_l :

$$\alpha_1 = \frac{N_1}{N} \quad (1.5.2.4)$$

α_l ...četnostní podíl vláken 1. komponenty [-]

N ...počet všech vláken.[-]

N_1 ...počet vláken 1. komponenty [-]

Pro součet četnostních podílů vláken obou komponent platí

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 1 \quad (1.5.2.5)$$

$\alpha_l, (\alpha_2)$...četnostní podíl vláken 1,(2) komponenty [-]

Průměrná délka sekvencí λ_l (tj. Průměrný počet vláken v sekvencích) obou komponent:

$$\lambda_1 = \sum_{i=1}^k f_{1i} \lambda_{1i} = \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_{1i} * n_{1i}}{\sum_{i=1}^k n_{1i}} = \frac{N_1}{S_1} \quad (1.5.2.6)$$

λ_l ...průměrná délka sekvence 1. komponenty [-]

f_{1i} ...relativní četnost výskytu sekvencí 1.komponenty [-]

λ_{1i} ...i-tá délka sekvence 1. komponenty [-]

α_l ...četnostní podíl vláken 1. komponenty [-]

n_{1i} ...absolutní četnost sekvencí i-té délky 1. komponenty [-]

N_1 ...počet vláken 1. komponenty [-]

S_1 ...celkový počet sekvencí vláken 1. komponenty [-]

Celkový počet sekvencí všech délek S :

$$S = S_1 + S_2 = \frac{N_1}{\lambda_1} + \frac{N_2}{\lambda_2} = N \left[\frac{\alpha_1}{\lambda_1} + \frac{1 - \alpha_1}{\lambda_2} \right] \quad (1.5.2.8)$$

S ...celkový počet sekvencí všech délek [-]

$S_1, (S_2)$...celkový počet sekvencí vláken 1, (2).komponenty [-]

$N_1, (N_2)$...počet vláken 1, (2) komponenty [-]

N ...počet všech vláken.[-]

$\lambda_1, (\lambda_2)$...průměrná délka sekvence 1, (2) komponenty [-]

α_1 ...četnostní podíl vláken 1. komponenty [-]

Rozptyl délek sekvencí jednotlivých komponent σ^2 :

$$\sigma_1^2 = \sum_{i=1}^k f_{1i} * \lambda_{1i}^2 - \lambda_1^2 \quad (1.5.2.9)$$

σ^2 ...rozptyl délek sekvencí 1. komponenty [-]

λ_1 ...průměrná délka sekvence 1. komponenty [-]

f_{1i} ...relativní četnost výskytu sekvencí 1.komponenty [-]

λ_{1i} ...i-tá délka sekvence 1. komponenty [-]

Tab. 1.5.2.1

	Uspořádání	S_1	S_2	S	σ_1^2	σ_2^2	λ_1	λ_2
$N_1=N_2$	Agregace	1	1	2	0	0	$\frac{N}{2}$	$\frac{N}{2}$
	Segregace	$\frac{N}{2}$	$\frac{N}{2}$	N	0	0	1	1
$N_1 < N_2$	Agregace	1	1	2	0	0	N_1	N_2
	segregace	N_1	$N_1 + 1$	$2N_1 + 1$	A	B	1	$\frac{N_2}{N_1 + c}$

Kde pro obě krajní konfigurace platí:

$$A = \frac{N_1 - 1}{N_2} + \frac{N_1^2 (N_2 - N_1 + 1)}{N_2} - \left(\frac{N_2}{N_1 + 2} \right)^2 \quad (1.5.2.10)$$

$N_1, (N_2) \dots$ počet vláken 1, (2) komponenty [-]

$$B = \frac{N_1 * N_2 + (N_2 - N_1)^2}{N_2^2} - \left(\frac{N_2}{N_1 + 1} \right)^2 \quad (1.5.2.11)$$

$N_1, (N_2) \dots$ počet vláken 1, (2) komponenty [-]

Náhodné rozložení délek sekvencí

Aby bylo možné obecně vyjádřit pravděpodobnost výskytu sekvencí obou komponent, je třeba vyslovit následné tři předpoklady:

1. přítomnost jednoho vlákna v sekvenci není ovlivněna přítomností ostatních vláken (předpoklad nezávislosti)
2. pravděpodobnost výskytu vlákna dané komponenty v sekvenci je konstantní a rovna jejímu četnostnímu podílu (předpoklad dostatečně velkého podílu vláken)
3. konfigurace vláken, ze kterých se konfigurace tvoří je ryze náhodná.

Pravděpodobnost výskytu sekvence jednotlivých komponent:

K určení této pravděpodobnosti a dále k určení střední délky sekvencí se používá standardního geometrického rozložení (viz[8]).

Rozložení celkového počtu sekvencí

Předpoklady (viz. náhodné rozložení délek sekvencí).

Pomocí vztahů pro střední hodnotu a rozptyl celkového počtu sekvencí uvedených v [8], lze stanovit **veličinu Z**, s jejíž pomocí je testována náhodnost celkového počtu sekvencí v konfiguraci jak v jednom řezu, tak v celé délce příze.

$$Z = \frac{S - E(S) \pm 0,5}{\sqrt{D(S)}} \quad (1.5.2.12)$$

$E(S) \dots$ střední hodnota celkového počtu sekvencí [-]

$S \dots$ celkový počet sekvencí všech délek [-]

$D(S) \dots$ rozptyl celkového počtu sekvencí [-]

Podle [8] je pomocí veličiny Z snadné testovat náhodnost celkového počtu sekvencí v konfiguraci. Hodnoty veličiny Z je možno určit pro všechny možné konfigurace vzniklé metodou „nejbližšího souseda“. Veličinu Z je možno použít jak pro analýzu jednotlivých konfigurací v jednom řezu, tak i pro posuzování rovnoměrnosti mísení po celé délce příze.

1.5.3 Rozložení příčného řezu příze do sítě buněk

Lokální odhad pravděpodobnosti výskytu 1. komponenty v sekci

$$\alpha_{1i} = \frac{N_{1i}}{N_i} \quad (1.5.3.1)$$

α_{1i} ...lokální odhad pravděpodobnosti výskytu 1. komponenty v sekci [-]

N_i ...počet vláken i -té buňce sítě[-]

N_{1i} ...počet vláken 1. komponenty [-]

Porovnání lokálních a globálních odhadů pravděpodobností obou komponent lze provést pomocí χ^2 testu

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{\alpha_1 (N_{1i} - \alpha_1 N_i)^2 + \alpha_2 (N_{2i} - \alpha_2 N_i)^2}{\alpha_1 \alpha_2 N_i} = \sum_{i=1}^m \frac{(N_{1i} - \alpha_1 N_i)^2}{\alpha_1 \alpha_2 N_i} \quad (1.5.3.2.)$$

$\alpha_1, (\alpha_2)$...čtenostní podíl vláken 1, (2) komponenty [-]

N_i ...počet vláken i -té buňce sítě[-]

$N_{1i} (N_{2i})$...počet vláken 1, (2) komponenty [-]

Přičemž vzorec 1.5.3.3 určuje počet stupňů volnosti χ^2 statistiky

$$\nu = m - 2 \quad (1.5.3.3)$$

m ...počet buněk rozdělujících příčný řez příze [-]

ν ...počet stupňů volnosti [-]

Index směsování $I.B.I.$ pro analýzu kvality směsování na základě rozdělení příčného řezu do buněk je dán podle [8] vztahem

$$I.B.I. = \sqrt{\frac{1}{m} * \sum_{i=1}^m \frac{(N_{1i} - \alpha_1 N_i)^2}{\alpha_1 \alpha_2 N_i}} \quad (1.5.3.4)$$

m ...počet buněk rozdělujících příčný řez příze [-]

$\alpha_1, (\alpha_2)$...číselný podíl vláken 1, (2) komponenty [-]

N_i ...počet vláken i-té buňky sítě[-]

N_{1i} ...počet vláken 1. komponenty [-]

Pro dostatečně velké m platí

$$I.B.I.^2 = \frac{\chi^2}{\nu} \quad (1.5.3.5)$$

ν ...počet stupňů volnosti [-]

χ^2 test

1.6 Chlupatost příze

1.6.1 Definice chlupatosti příze

Chlupatost je charakterizována množstvím z příze vystupujících nebo volně pohyblivých konců vláken, nebo vláknenných smyček. Kritériem pro posuzování je počet odstávajících vláken, jako délkových jednotek, nebo plošných jednotek, ve směru kolmém k přízi, nebo plošně naměřeného odstupu konců vláken [7, 15, 19].

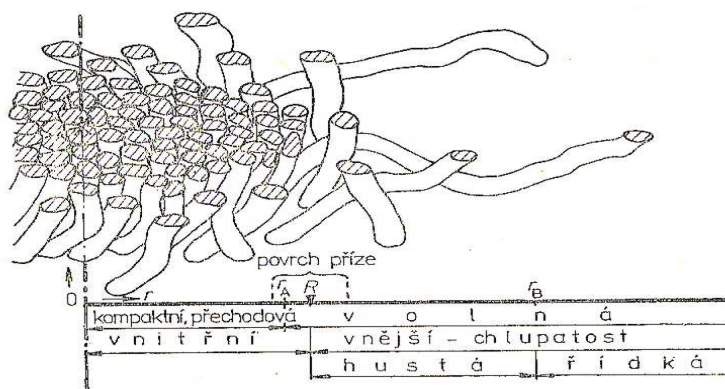
Oblast husté chlupatosti příze

Oblast husté chlupatosti se rozkládá přibližně do vzdálenosti jednoho poloměru příze od místa jejího povrchu, tj od místa, kde zjišťujeme průměr příze. V této oblasti se vlákna ještě vzájemně stýkají v kontaktech, materiál má charakter jakési „pružné sítě“, která je patrně velmi důležitá pro uživatelem vnímaný omak i oděr výsledné textilie.

Oblast řídké chlupatosti příze

V této oblasti jsou obsaženy zejména izolované (volně „plápolající“) konce vláken, které způsobují technologické a vzhledové problémy při výrobě a užívání plošných textilií. Právě tato oblast chlupatosti je odstraňována opalováním.

Obr. 1.6.1.1



1.6.2 Teoretický model chlupatosti

1.6.2.1 Oblast chlupatosti příze

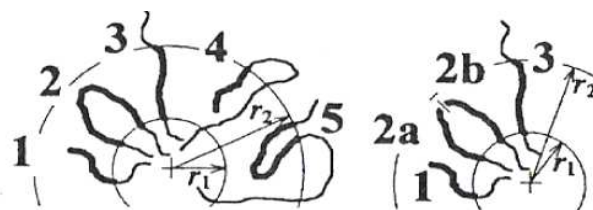
V určité oblasti kolem osy staplové příze je soustředěna podstatná část vláknenného materiálu příze. Vláknena jsou poměrně silně stlačena, přiléhají k sobě a v mnoha místech se vzájemně dotýkají. Pro tuto „nosnou“ část příze platí vztahy popsané v kapitolách 1.2, 1.3 a 1.3.1.

Na větších poloměrech se hustota stěsnání vláken nejdříve rychle snižuje a poté klesá stále pozvolněji do prostoru.

Mezi vnitřní oblastí příze a oblastí chlupatosti není žádné ostré rozhraní. Poloměr r_d či průměr příze je proto nutno zavést určitou konvencí. Podle [19] je kladen do míst, kde stěsnání vláken s přirůstajícím poloměrem prudce klesá. Průměr příze je však významná veličina, nutná pro volbu vhodného zákrutu příze (viz.kap.1.2), konstrukci tkanin či pletenin apod.

V oblasti chlupatosti, mezi zvolenými poloměry r_1 a r_2 $r_d \leq r_1 < r_2 \leq r_{max}$, lze pozorovat rozmanité typy vláknenných úseků, znázorněné na obr. 1.6.2.1.1.

Obr.č. 1.6.2.1.1 Typy vláknenných úseků v pohledu ve směru příze a jejich možné zjednodušení



Zjednodušující úvahy:

1. Zvláštní vliv konců 4 a obrátů 5 lze zanedbat pro jejich nízký výskyt.
2. Obraty typu 2 jsou „myšleně“ rozetnuty a nahrazeny dvojicí konců typu 1.
3. Každý uvažovaný vláknenný úsek (vycházející z poloměru r_d) prochází rostoucími poloměry, až skončí na svém největším poloměru.
4. Zjednodušující úvahy platí pro všechny možné dvojice poloměrů r_1 a r_2 .
5. Počet vláknenných úseků, které vystupují z poloměru příze r_d je současně počtem všech vláknenných úseků, tvořících oblast chlupatosti.

Z předchozích úvah vyplývá tento předpoklad:

Vláknenné úseky tvořící oblast chlupatosti

- 1) jsou všechny zakotveny ve vnitřní části příze,
- 2) vycházejí z poloměru příze r_d ,
- 3) každým poloměrem $r \geq r_d$ procházející nejvýše jednou,
- 4) jejich konce jsou rozmístěny náhodně a statisticky nezávisle.

1.6.2.2 Jednoduchý exponenciální model zaplnění a chlupatosti příze

Předpoklady:

- 1) Pravděpodobnost, že konec vlákna, které prochází poloměrem r , leží v elementárním intervalu $(r; r+dr)$ nezávisí na r .
- 2) Směrové uspořádání vláken v oblasti chlupatosti je náhodné a nezávisí na poloměru r .

Je zřejmé, že počet volných konců vláken bude s rostoucí vzdáleností od průměru příze klesat. Uvažujme, že poloměrem r prochází m vláken a poloměrem $r+h$ prochází $m/2$ vláken. Parametr h je intervalem polovičního úbytku vláken. Rovnice zaplnění, vyjádřená pomocí parametru h , je uvedena v [19].

1.6.2.3 Vícenásobný exponenciální model zaplnění a chlupatosti příze

Na začátku kapitoly 1.6 byly uvedeny oblasti husté a řídké chlupatosti. Jelikož jednoduchý exponenciální model plně nevystihuje průběh křivky zaplnění, protože počet vláken husté chlupatosti klesá výrazně rychleji než počet vláken v řídké chlupatosti. Z tohoto poznatku vyplývá, že interval polovičního úbytku vláken husté chlupatosti h_1 je nižší než interval polovičního úbytku vláken řídké chlupatosti h_2 . (Křivka zaplnění husté chlupatosti klesá výrazně rychleji než křivka zaplnění řídké chlupatosti.) Proto byl navržen vícenásobný teoretický model zaplnění a chlupatosti, který zahrnuje (zohledňuje) více typů chlupatosti.

Předpoklady vícenásobného teoretického modelu zaplnění a chlupatosti

- 1) V oblasti chlupatosti se současně vyskytuje N vzájemně nezávislých typů chlupatosti (typy chlupatosti jsou označeny pořadovými čísly $i=1,2,\dots,N$).
- 2) Jedno vlákno se v celé své délce řídí zákonitostmi jenom jednoho typu chlupatosti.
- 3) Každý typ chlupatosti se řídí exponenciálním modelem.
- 4) Všechny typy chlupatosti mají směrové rozložení vláken stejné.

Ze čtvrtého předpokladu vyplývá, že jednotlivé typy chlupatosti v přízi mají stejné hodnoty λ , σ a d .

Rovnice 1.6.2.1 popisuje vztah pro určení logaritmu průhlednosti P

$$-\ln P = \frac{8}{\pi(d^*)^2 \ln 2} \sum_{i=1}^N \left\{ h_i C_i \left[\int_0^{\pi/2} 2 \frac{x-d^*/2}{h_i \cos \alpha} d\alpha - \int_0^{\pi/2} 2 \frac{x+d^*/2}{h_i \cos \alpha} d\alpha \right] \right\} \quad (1.6.2.1)$$

h_i ...interval polovičního úbytku vláken i -tého typu chlupatosti [mm]

C_i ...multiplikační parametr i -tého typu chlupatosti [mm]

N ...počet typů chlupatosti

d^* ...“zvětšený ekvivalentní průměr vlákna“ [viz18]

Pro $N=2$ má vztah 1.6.2.1.tvar:

$$-\ln P = \frac{8h_1 C_1}{\pi(d^*)^2 \ln 2} \left[\int_0^{\pi/2} 2 \frac{x-d^*/2}{h_1 \cos \alpha} d\alpha - \int_0^{\pi/2} 2 \frac{x+d^*/2}{h_1 \cos \alpha} d\alpha \right] + \frac{8h_2 C_2}{\pi(d^*)^2 \ln 2} \left[\int_0^{\pi/2} 2 \frac{x-d^*/2}{h_2 \cos \alpha} d\alpha - \int_0^{\pi/2} 2 \frac{x+d^*/2}{h_2 \cos \alpha} d\alpha \right] \quad (1.6.2.2)$$

$h_1, (h_2)$...interval polovičního úbytku vláken husté (řídke) chlupatosti [mm]

$C_1, (C_2)$...multiplikační parametr husté (řídke) chlupatosti [mm]

d^* ...“zvětšený ekvivalentní průměr vlákna“ [viz18]

Experimentální křivka relativní četnosti výskytu černých pixelů v závislosti na vzdálenosti od osy příže je funkcí chlupatosti.

Poloměr příže r_p je definován jako vzdálenost od osy příže, která odpovídá hodnotě 50% funkce chlupatosti.

Celková chlupatost je pak definována jako integrál pod křivkou chlupatosti v intervalu $< r_p ; 6 r_p >$.

Užitím [18, 19] nalezených hodnot h_1 , C_1 , h_2 , C_2 lze vypočítat též průběh zaplnění v oblasti chlupatosti podle rovnice

$$\mu = \frac{1}{r} \left(C_1 2^{\frac{-r}{h_1}} + C_2 2^{\frac{-r}{h_2}} \right) \quad (1.6.2.3)$$

h_1 , (h_2)...interval polovičního úbytku vláken husté (řídke) chlupatosti [mm]

C_1 , (C_2)...multiplikační parametr husté (řídke) chlupatosti [mm]

μ ...zaplnění příže [-]

r ...poloměr příže [mm]

1.6.3 Metoda měření chlupatosti příže pomocí obrazové analýzy Lucia

1.6.3.1 Princip měření chlupatosti příže

Příže je vedena stojánkem mikroskopu a osvětlena (kolmo ke své ose) rovnoběžným svazkem světelných paprsků. Čím větší je vzdálenost světelného paprsku od osy příže, tím větší je možnost, že paprsek projde a nebude pohlcen hmotou příže. Používané přístrojové vybavení ke snímání příže sestává z optického mikroskopu se spodním osvětlením (halogenovou žárovkou), opatřeným CCD kamerou napojenou na PC se softwarovým vybavením Lucia. Je velmi důležité mít před snímáním nastavené správné množství dopadajícího světla na jednotlivé body (pixely) obrazovky a správně nadefinovanou citlivost jednotlivých pixelů pro barevnou segmentaci obrazu. Množství dopadajícího světla by mělo být takové, aby obrys příže byl dobře zřetelný a zároveň, aby jednotlivá odstávající vlákna nebyla přesvětlena. (IN 22-102-01/01)

Podélné pohledy jsou snímány z náhodně vybraných míst příže a ukládány do paměti počítače (ČSN 80 0070). Výpočetní zpracování obrazu spočívá v zavedení myšleného řezu kolmo k ose příže a jeho vyhodnocení. Zvolený řez je určen řádkem

pixelů. Světelná hodnota každého pixelu v řádku reprezentuje světlost obrazu příze v daném místě. Hodnoty světlosti, které se pohybují v rozmezí od 0 (černá) do 255 (bílá), se převedou na binární hodnoty (0 = černá, 1 = bílá). V takto vytvořeném binárním řádku je vyhledána nejdelší posloupnost po sobě jdoucích černých pixelů, jež je považována za tělo příze a prostřední pixel za osu příze. Řádky pixelů ze všech snímků jsou zprůměrovány.

1.6.3.2 Zpracování obrazu

Ze souboru obrazů podélných pohledů příze je nejprve třeba:

- 1) odstranit nekvalitní obrazy – tj. nedoostřené obrazy nebo obrazy sejmuté při pohybu příze.
- 2) Konvertovat soubory z formátu *lim* na *tiff*.

Pro vyhodnocení snímků byl vypracován program (sestavený v Matlabu), jehož algoritmus lze shrnout do následujících bodů:

- 1) Načtení obrazu (snímku) příze.
 - 2) Provedení řezu – načtení řádku hodnot světlostí pixelů do jednorozměrné matice
 - 3) Převedení matice na binární („černobílou“). Černá v daném místě, kde se vyskytuje vlákno, bílá v daném místě, kde se vlákno nevyskytuje.
 - 4) Určení osy příze. Kvůli eliminaci možné chyby vzniklé odlesky vláken, nebo vlákeny blízce přiléhajícími k tělu příze jsou v binární matici „začerněny“ všechny osamocené bílé body, tj. bílé body z obou stran obklopené nejméně dvěma po sobě jdoucími černými body.
 - 5) Přičtení binární matice do součtové matice.
 - 6) Vyjádřit průměrný řádek, odpovídající průběhu průhlednosti P .
- Kroky 1 až 5 je třeba provést pro všechny obrazy příze.

Výstupem zpracování souboru snímků je relativní četnost výskytu černých pixelů v závislosti na vzdálenosti od osy příze – tzv. experimentální funkce chlupatosti.

Hodnoty h_1 , h_2 se vyhledávají metodami numerické optimalizace. Pravidly pro oblast chlupatosti se řídí pouze prostor, kde $x > r_d$. Ve vnitřní oblasti příze ($x < r_d$) odvozený model chlupatosti neplatí, proto byla přijata konvence, podle které poloměr příze leží v místech, kde zčernání $Z = I - P = 0,5$. (Hodnota vstupního parametru d byla z plochy příčného průřezu vlákna odhadnuta na $d = 0,012 \text{ mm}$.) Do vyhodnocení se zahrnují jen body s nižší hodnotou zčernání. Naopak ve velkých vzdálenostech x jsou jen nepatrné hodnoty zčernání, avšak relativní chyba zčernání je značná. Tento problém řeší druhá část empirické konvence, podle které mají-li tři po sobě jdoucí body experimentální křivky hodnotu $Z = I - P < 0,005$, další body se již nevyhodnocují.

2. Experimentální část

Experiment byl proveden na mykaných staplových přízích o jemnostech 20, 29,5 a 45tex, kdy od každé jemnosti byly k dispozici příze těchto směsových poměrů:

100 %CO, 65%CO / 35%pop, 50%CO / 50%pop, 35%CO / 65%pop a 100%pop.

Pomocí soustavy přístrojů vibroskop a vibrodyn byla určena jemnost a pevnost bavlněných a polypropylénových vláken, uvedená v tab.2.1.

Tab. 2.1

druh vlákna	pop	Co
jemnost vláken [dtex]	1,88	1,70
95% interval spolehlivosti jemnost vláken [dtex]	<1,80 ; 1,95>	<1,58 ; 1,83>
pevnost vláken [cN]	7,60	6,07
95% interval spolehlivosti pevnost vláken [cN]	< 7,25 ; 7,75>	<4,44 ; 5,70>
poměrná pevnost vláken [cNtex ⁻¹]	40,22	29,85
95% interval spolehlivosti poměrná pevnost vláken [cNtex ⁻¹]	<39,35 ; 41,08>	<26,51 ; 33,18>
tažnost vláken [%]	63,35	9,16
95% interval spolehlivosti tažnost vláken [%]	<58,13 ; 68,58>	<8,22 ; 10,11>

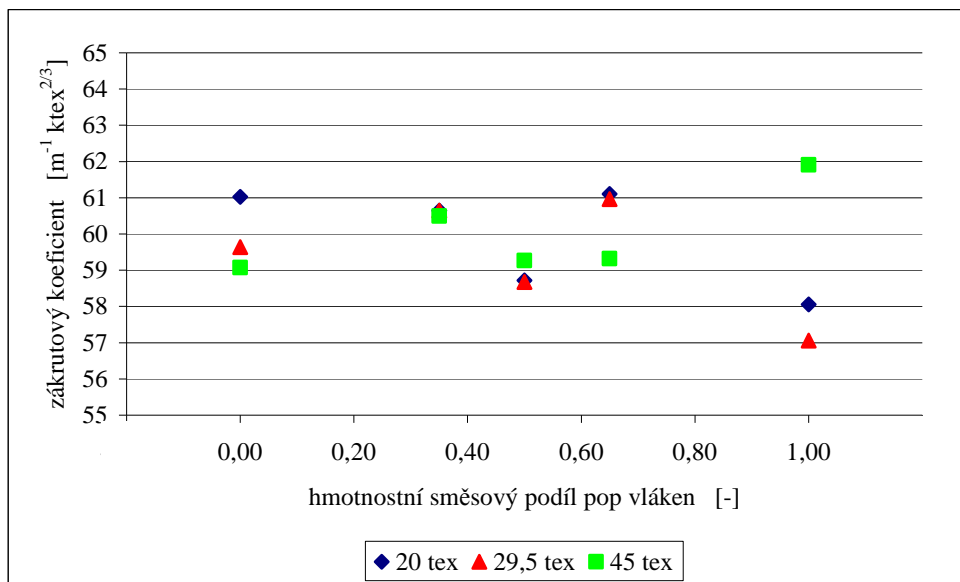
Vybrané hodnoty byly použity (společně s hustotou vláken uvedenou v tab.1.1.1) při vyhodnocování radiální analýzy řezů příze metodou Secant.

U každé příze byl nejprve experimentálně určen počet zákrutů společně s jemností příze a vypočten zákrutový koeficient (tab. 2.2, obr. 2.1, 2.2).

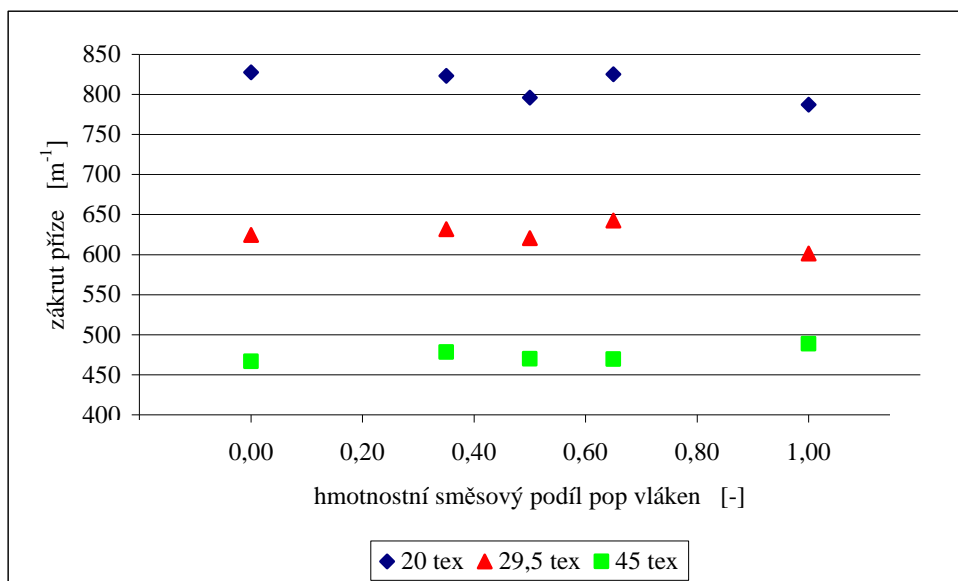
Tab. 2.2

jemnost příze T [tex]	typ příze	hmotnostní směšový podíl pop vláken [-]	naměřená jemnost příze T [tex]	zákrut příze Z [1/m]	zákrutový koeficient [m ⁻¹ ktex ^{2/3}]
20	100 Co	0	20,02	828	61
	65 Co/ 35 pop	0,35	19,99	823	61
	50 Co/ 50 pop	0,50	20,03	796	59
	35 Co/ 65 pop	0,65	20,15	825	61
	100 pop	1	20,03	787	58
29,5	100 Co	0	29,51	625	60
	65 Co/ 35 pop	0,35	29,73	632	61
	50 Co/ 50 pop	0,50	29,08	621	59
	35 Co/ 65 pop	0,65	29,22	643	61
	100 pop	1	29,23	601	57
45	100 Co	0	45,00	467	59
	65 Co/ 35 pop	0,35	44,96	478	60
	50 Co/ 50 pop	0,50	44,80	470	59
	35 Co/ 65 pop	0,65	44,90	470	59
	100 pop	1	45,10	489	62

Obr. 2.1



Obr. 2.2



U zkoumaných přízí byl určen průměr a zaplnění příze metodou radiální analýzy příčných řezů, metodou měření chlupatosti přízí a podle rovnice modelu uvedeného v kap. 1.4.

Metoda Secant radiální analýzy příčných řezů příze poskytuje mimo již uvedeného průměru a zaplnění příze i hodnoty poměrné jemnosti, počtu vláken v řezu (celkový i jednotlivých komponent), hmotnostního podílu komponent a průběh radiálního zaplnění – tedy zaplnění příze v závislosti na jejím poloměru. Z každé příze bylo vyhodnoceno přibližně 30 řezů podle IN 22-103-01/01.

Stupeň promísení bavlněných a polypropylénových vláken je hodnocen na základě datových souborů těžišť vláken v přízi získaných z příčných pohledů příze. Dané textové soubory se převedou z formátu *txt* do formátu *dat* a zkonvertována (jsou vytvořené nové datové soubory s odlišným uspořádáním souřadnic těžišť vláken Co a pop). Na počítači s programovým vybavením Matlab je pak stanoven stupeň promísení obou komponent v řezu jednotlivých směsových přízí vztažených k jednotlivým typům sítí [8] udává hodnota I.B.I.

Metoda měření chlupatosti příze poskytuje, kromě hodnoty průměru příze, hodnoty intervalů polovičního úbytku vláken husté a řídké chlupatosti h_1 , h_2 a hodnoty integrálu od hranice hustotního průměru. Touto metodou bylo od každé příze vyhodnoceno 800 snímků, dle IN 22-102-01/01.

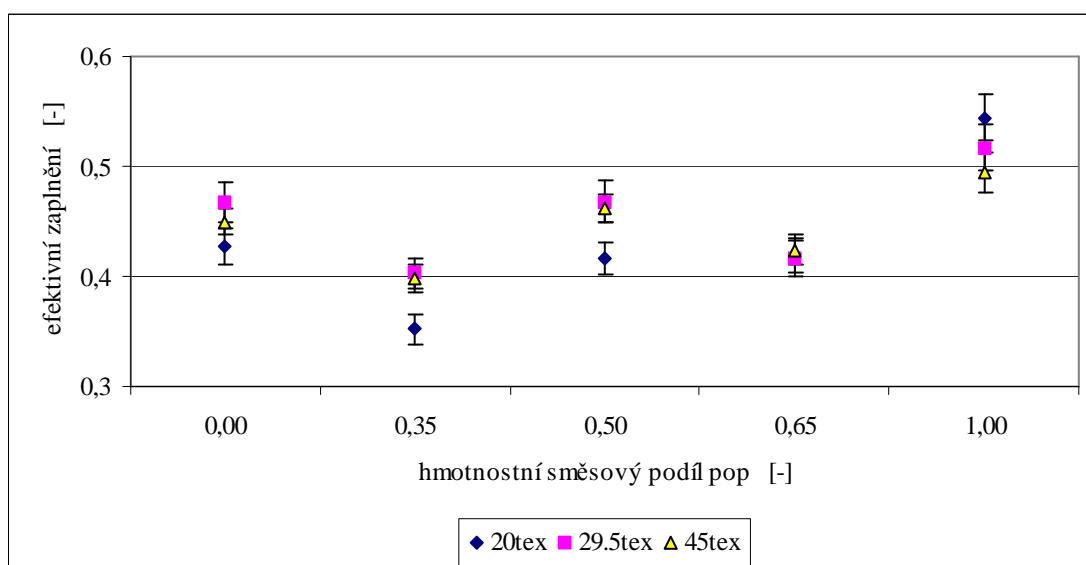
2.1 Zaplnění příze

Radiální a efektivní zaplnění přízí, (výsledky jsou uvedeny v tab.2.1.1), byla určena metodou Secant. Zaplnění přízí bylo také vypočteno podle modelu [viz.kap. 1.4].

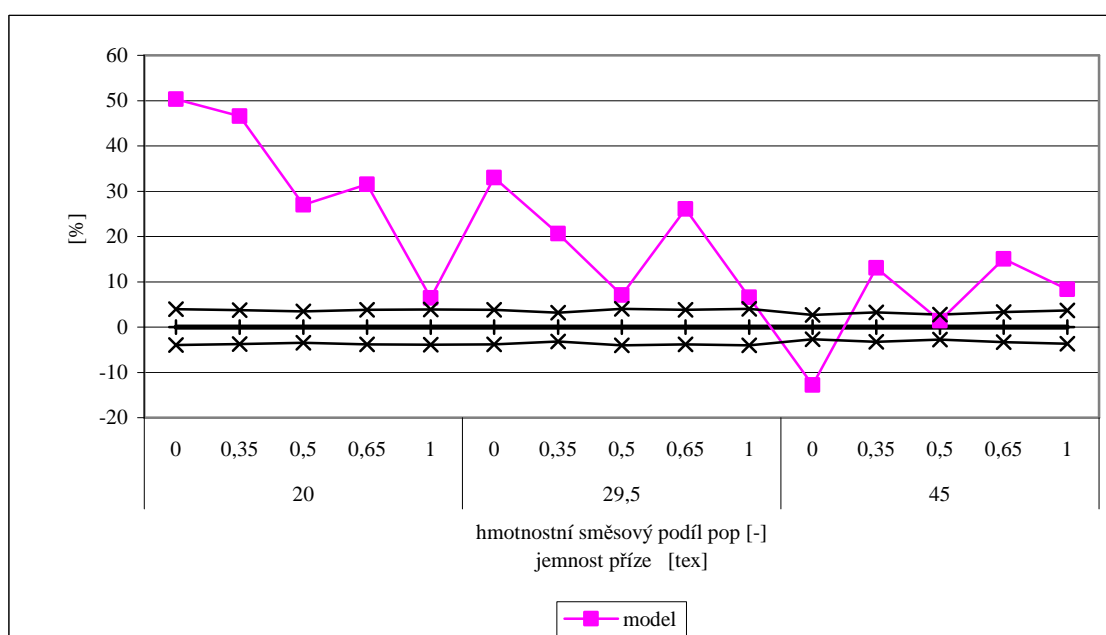
Tab.2.1.1

jemnost příze [tex]	hmotnostní směsový podíl pop vláken [-]	řezy efektivní zaplnění příze [-]	95% interval spolehlivosti řezy efektivní zaplnění příze [-]	model zaplnění příze [-]
20	0	0,427	<0,410 ; 0,444>	0,642
	0,35	0,352	<0,339 ; 0,365>	0,516
	0,50	0,414	<0,391 ; 0,438>	0,528
	0,65	0,417	<0,381 ; 0,453>	0,552
	1	0,544	<0,523 ; 0,565>	0,579
29,5	0	0,467	<0,449 ; 0,485>	0,621
	0,35	0,403	<0,390 ; 0,416>	0,486
	0,50	0,468	<0,449 ; 0,487>	0,501
	0,65	0,417	<0,401 ; 0,433>	0,525
	1	0,517	<0,496 ; 0,537>	0,551
45	0	0,449	<0,437 ; 0,462>	0,392
	0,35	0,399	<0,386 ; 0,412>	0,451
	0,50	0,461	<0,449 ; 0,474>	0,468
	0,65	0,424	<0,410 ; 0,438>	0,488
	1	0,495	<0,476 ; 0,513>	0,536

Obr. 2.1.1

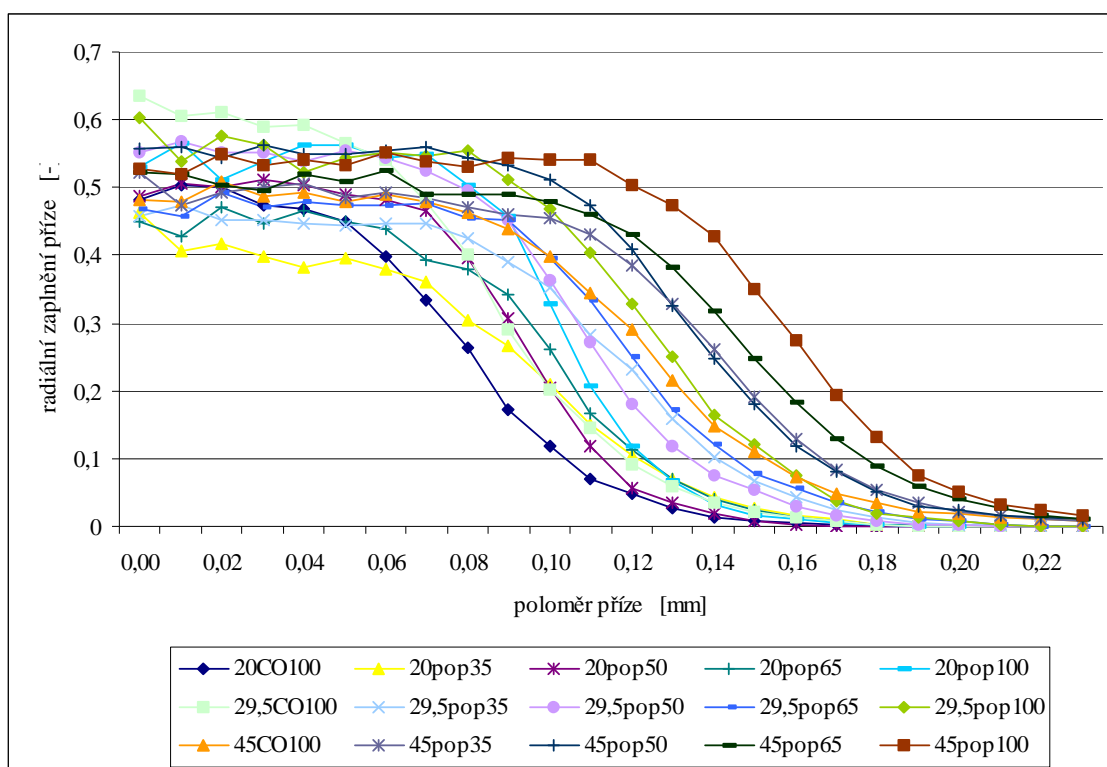


Obr. 2.1.2



Linie 0% představuje efektivní zaplnění zjištěné pomocí radiální analýzy řezů- metody Secant, u které je určen i interval spolehlivosti (černé pospojované body).

Obr. 2.1.3



Obr. 2.1.3 ukazuje závislost radiálního zaplnění příze na jejím materiálovém složení, resp. na hustotě použitého vlákenného materiálu a zákrutu příze. Grafy radiálních zaplnění přízí jednotlivých jemností a graf radiálních zaplnění jednokomponentních přízí jsou uvedeny v příloze A.

Závěr

Obecně s vyšším hmotnostním podílem vláken a nižší hustotou roste zaplnění příze. (Způsobeno vlivem průřezu příze a hustoty vlákenného materiálu na jemnost příze.) Zaplnění příze je také ovlivněno množstvím zákrutů na jednotku příze, tedy i jejím zákrutovým koeficientem, uvedeným v tab.2.2. Čím je příze jemnější, tím vyšší má zákrut (aby byla zajištěna dostatečná pevnost) a tím i vyšší má zaplnění. Radiální zaplnění odpovídá předpokládanému průběhu – příze s vyšším podílem pop vláken mají vyšší zaplnění ve středu příze, které klesá pozvolněji (mají větší průměr), než u přízí bavlněných. Zaplnění vypočtené podle modelu však vychází vyšší u jemnějších – s vyšším zákrutem kroucených přízí. (Průměr v experimentu se odečítá při radiálním zaplnění 0,15, tudíž v něm nejsou zahrnuta všechna vlákna příze. Model však předpokládá, že všechna vlákna jsou stlačena do válce průměru d .)

Nejnižší radiální zaplnění vykazuje 100%Co příze jemnosti 20tex, která má vyšší hodnotu měrné hmotnosti než mají pop vlákna. Naopak nejvyšší hodnotu radiálního zaplnění udává 100%pop příze jemnosti 45tex. I efektivní zaplnění pop přízí je vždy vyšší než Co přízí.

2.2 Průměr příze

Průměry přízí byly určeny:

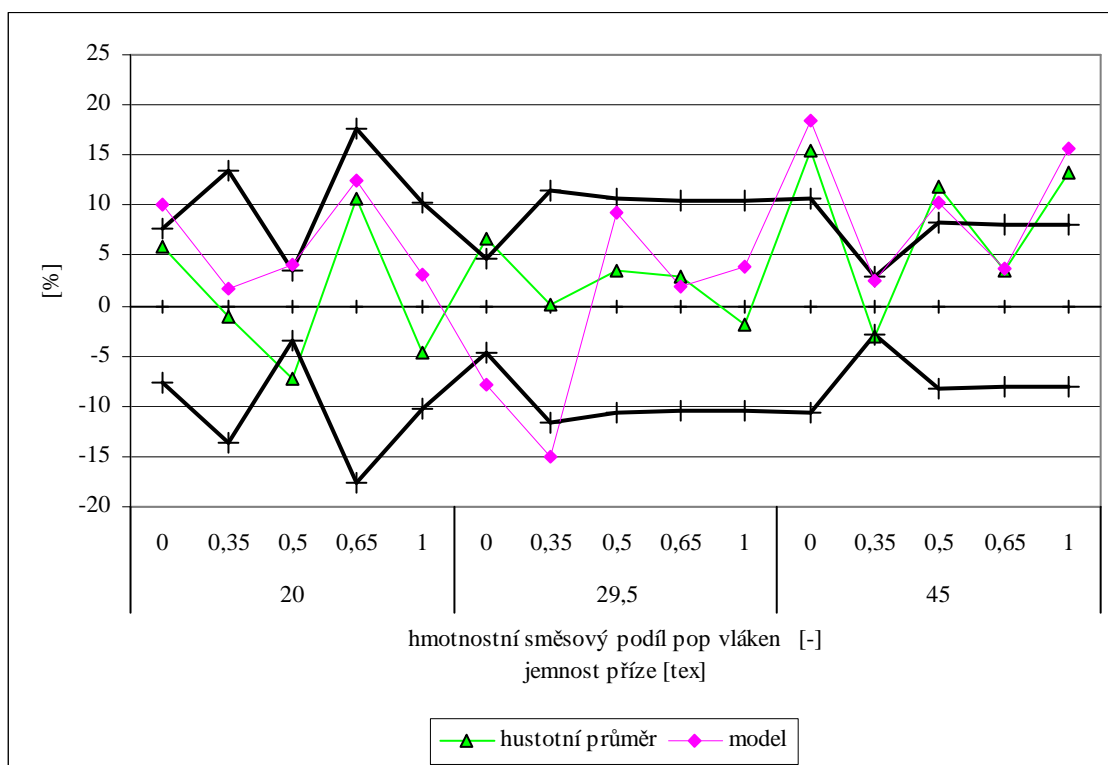
- 1) Metodou měření chlupatosti příze systémem obrazové analýzy Lucia
- 2) Radiální analýzou řezů – metodou Secant
- 3) Výpočtem podle modelu uvedeného v kap. 1.4.

Hodnoty průměrů přízí získaných výše uvedenými metodami jsou uvedeny v tab. 2.2.1 a obr.2.2.1.

Tab. 2.2.1

jemnost příze [tex]	hmotnostní směsový podíl pop [-]	řezy efektivní průměr [mm]	95% int. spol. řezy efektivní průměr [mm]	model vypočtený průměr [mm]	chlupatost hustotní průměr [mm]	počet vláken v řezu příze [-]	95% int. spol počet vláken v řezu příze [-]
20	0	0,181	<0,167 ; 0,195>	0,199	0,192	147	<138 ; 156>
	0,35	0,197	<0,170 ; 0,223>	0,200	0,195	127	<119 ; 134>
	0,5	0,211	<0,206 ; 0,218>	0,220	0,196	122	<116 ; 129>
	0,65	0,186	<0,164 ; 0,224>	0,210	0,206	117	<109 ; 126>
	1	0,215	<0,193 ; 0,237>	0,221	0,205	102	<98 ; 107>
29,5	0	0,217	<0,207 ; 0,227>	0,199	0,231	209	<199 ; 220>
	0,35	0,236	<0,208 ; 0,263>	0,200	0,236	188	<179 ; 197>
	0,5	0,233	<0,209 ; 0,258>	0,255	0,241	183	<173 ; 194>
	0,65	0,254	<0,227 ; 0,280>	0,259	0,261	183	<175 ; 191>
	1	0,262	<0,235 ; 0,290>	0,272	0,257	148	<139 ; 156>
45	0	0,262	<0,234 ; 0,290>	0,310	0,303	321	<306 ; 336>
	0,35	0,313	<0,304 ; 0,322>	0,321	0,304	304	<292 ; 317>
	0,5	0,297	<0,273 ; 0,321>	0,327	0,332	275	<262 ; 287>
	0,65	0,321	<0,295 ; 0,346>	0,333	0,332	274	<260 ; 288>
	1	0,297	<0,273 ; 0,321>	0,343	0,337	238	<228 ; 249>

Obr.2.2.1



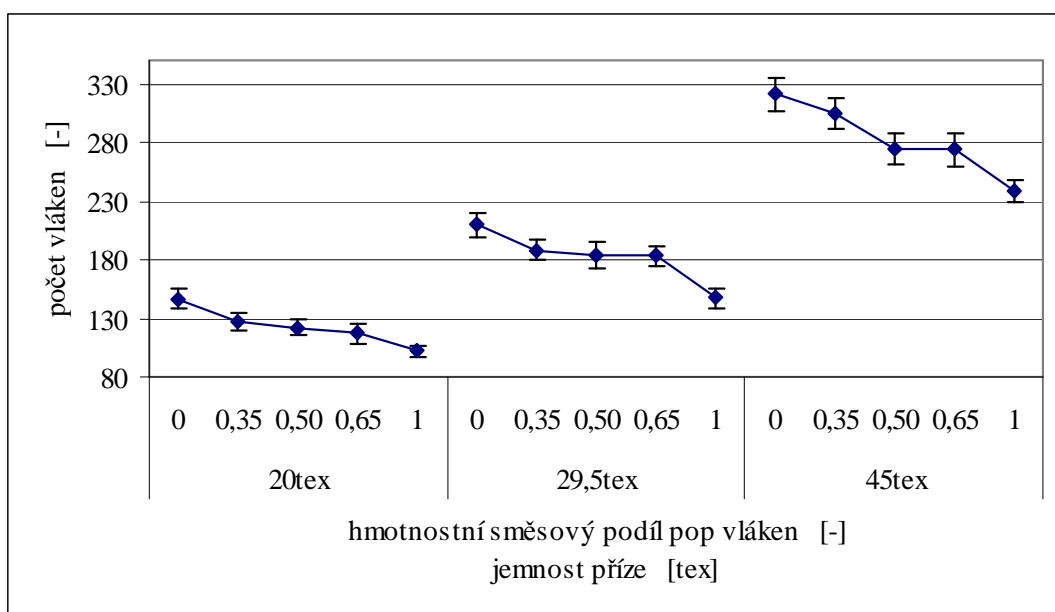
Nulovou linii tvoří hodnoty efektivních průměrů určených z radiální analýzy řezů metodou Secant a černé pospojované body představují 95% interval spolehlivosti. Na obr.2.2.1 jsou vyznačeny hustotní průměry přízí určené metodou měření chlupatosti přízí a průměry přízí vypočtené dle vztahu (1.4.1), (1.4.2).

Závěr

Z grafu vyplývá, že průměry určené výše popsanými metodami si přibližně odpovídají. S rostoucí jemností příze roste její průměr. Průměr příze je též závislý na hmotnostním směšovém poměru polypropylénových vláken v přízi. S vyšším podílem polypropylénových vláken roste průměr příze. Tyto výsledky odpovídají vztahu 1.1.1 mezi jemností příze a měrnou hmotností vláken v přízi.

2.3 Počet vláken v průřezu příze

Obr. 2.3.1



S průměrem příze úzce souvisí počet vláken v jejím průřezu. Tuto hodnotu poskytuje radiální analýza řezů (viz. kap.1.3.2.2).

Závěr

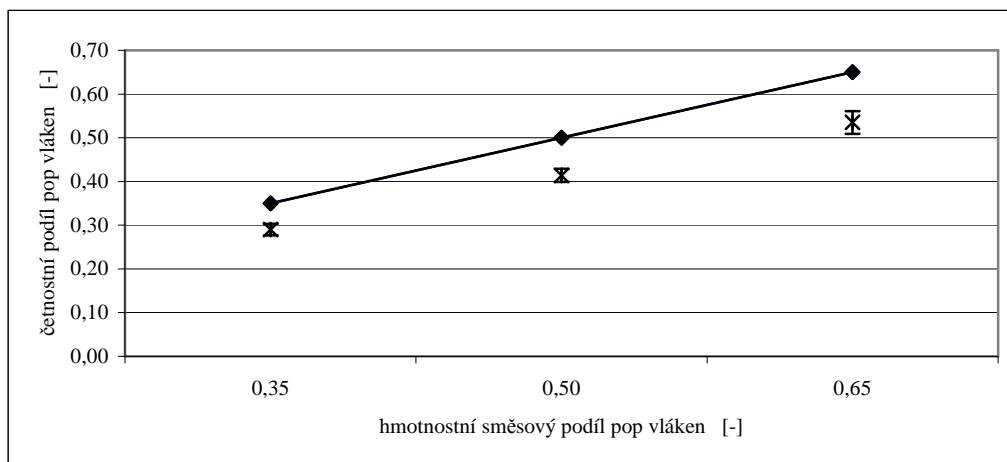
Množství vláken v průřezu příze je u dané jemnosti nejvyšší u 100% bavlněné příze a nejnižší u 100% polypropylénové příze. Tento trend odpovídá teoretické úvaze, že vlákna s vyšší hustotou mají menší průřez a naopak, vlákna s nižší hustotou mají větší průřez.

2.4 Naměřený hmotnostní směšový podíl pop vláken v přízi

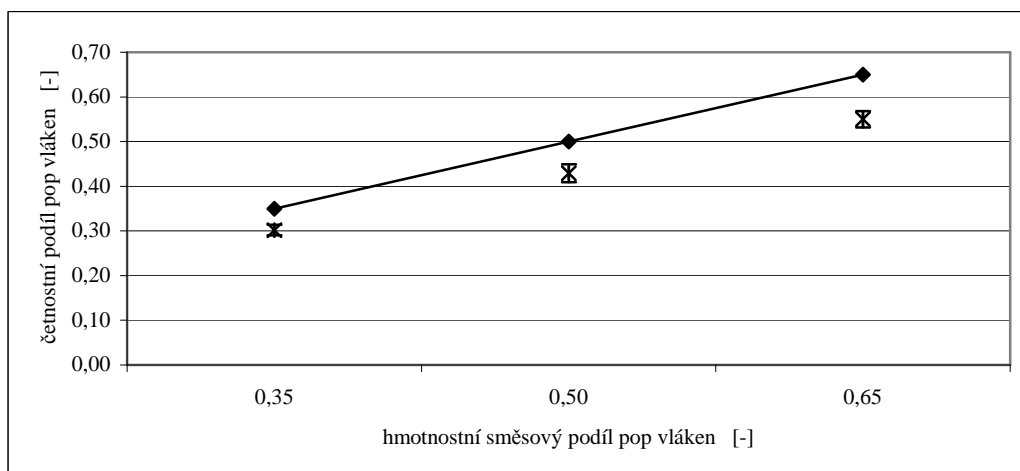
Tab. 2.4.1.

jemnost příze [tex]	hmotnostní směšový podíl pop vláken [-]	četnostní podíl pop vláken [-]	95% interval spolehlivosti hmotnostní podíl pop vláken [-]
20	0,35	0,290	<0,277 ; 0,303>
	0,50	0,414	<0,429 ; 0,500>
	0,65	0,535	<0,052 ; 0,650>
29,5	0,35	0,302	<0,313 ; 0,350>
	0,50	0,429	<0,449 ; 0,500>
	0,65	0,550	<0,568 ; 0,650>
45	0,35	0,284	<0,268 ; 0,301>
	0,50	0,421	<0,406 ; 0,436>
	0,65	0,552	<0,535 ; 0,569>

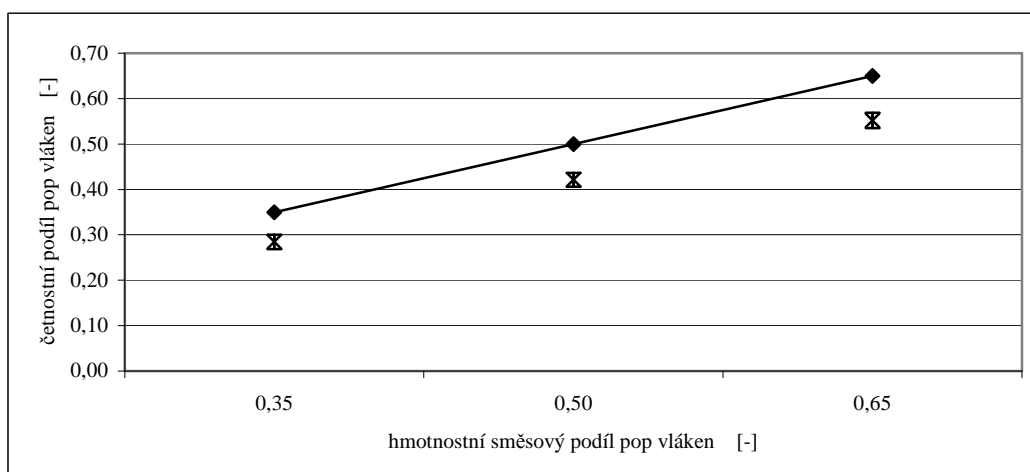
Obr. 2.4.1 – jemnost příze 20 tex



Obr. 2.4.2 - jemnost příze 29,5 tex

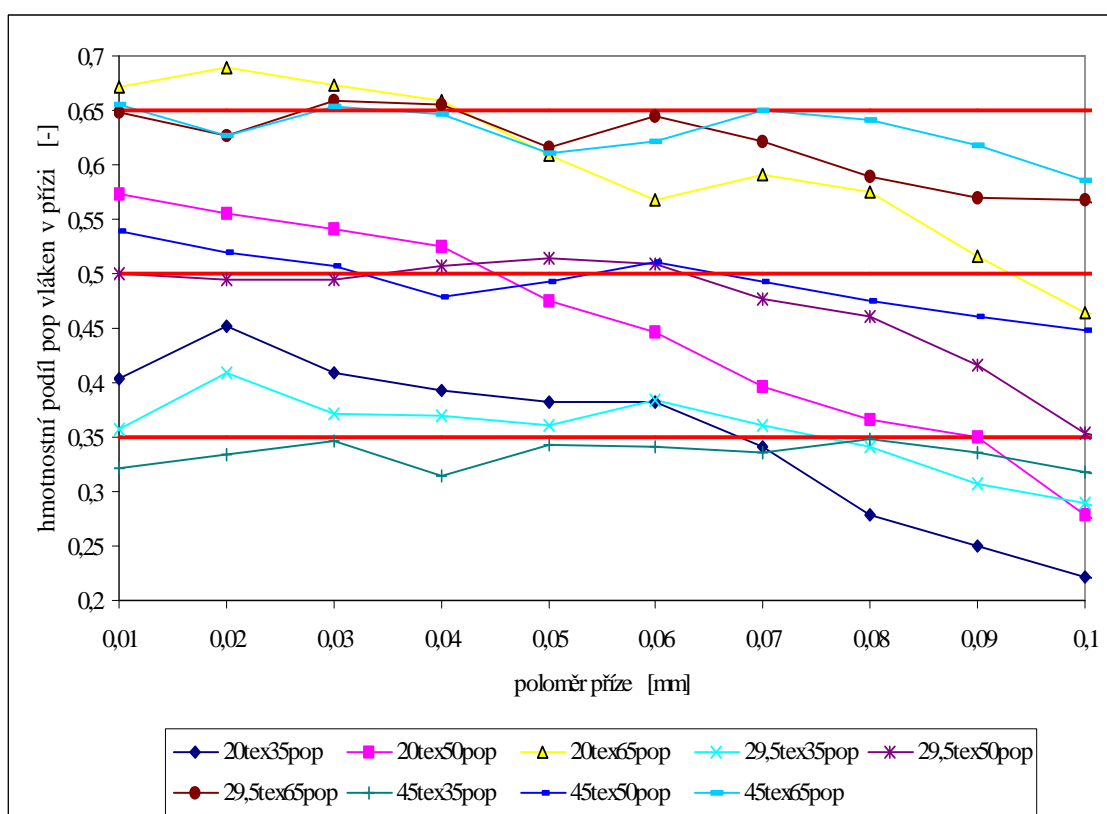


Obr. 2.4.3 - jemnost příze 45 tex



Z obr. 2.4.1 až 2.4.3 je patrný nižší naměřený hmotnostní podíl polypropylénových vláken v přízi oproti požadovanému (a výrobcem uváděnému) podílu pop vláken.

Obr.2.4.4



Z obr. 2.4.4 je možné porovnat hmotnostní podíl polypropylénových vláken v závislosti na poloměru přízí jednotlivých směsových podílů pop vláken v přízi všech zkoumaných jemností. (Podrobněji obr. B1 až B3 viz příloha B)

Závěr

Podle obr. 2.4.4 je možné říci, že polypropylénová vlákna mají tendenci shlukovat se ve středu příze. Tento výsledek odpovídá i zjištěnému radiálnímu zaplnění.

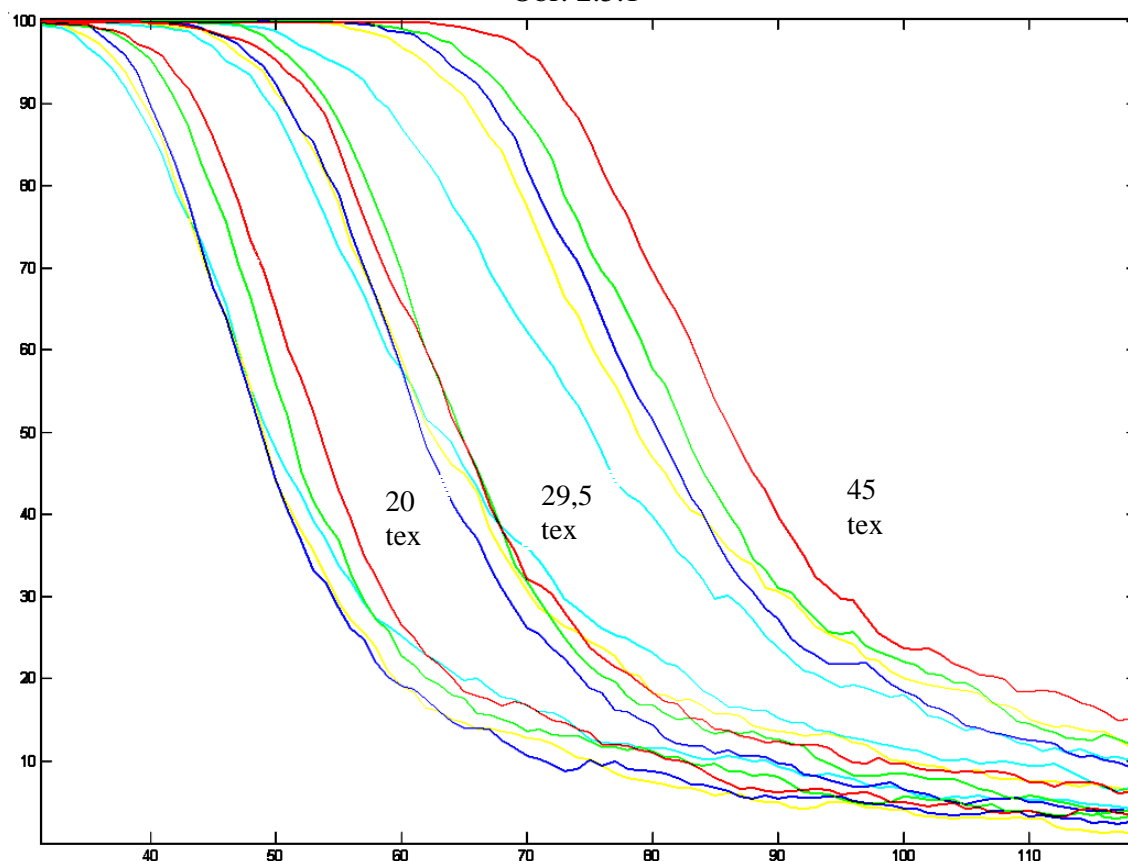
2.5 Chlupatost přízí

Tab. 2.5.1

jemnost příze [tex]	hmotnostní směsový podíl pop vláken [-]	hustotní průměr příze [mm]	celková chlupatost (na hustotním průměru příze) [mm ⁻¹]	h_1 [mm]	h_2 [mm]
20	0	0,192	0,036	0,012	841,6
	0,35	0,195	0,026	0,011	1265,8
	0,50	0,196	0,027	0,011	1667,7
	0,65	0,206	0,029	0,010	3839,4
	1	0,205	0,034	0,014	682,6
29,5	0	0,231	0,049	0,017	578,2
	0,35	0,236	0,045	0,016	926,4
	0,50	0,241	0,032	0,013	2355,9
	0,65	0,261	0,031	0,011	17580,0
	1	0,257	0,035	0,011	10174,6
45	0	0,303	0,039	0,017	1376,9
	0,35	0,304	0,050	0,024	400,2
	0,50	0,332	0,036	0,015	6549,0
	0,65	0,332	0,041	0,017	3338,1
	1	0,337	0,049	0,021	1224,1

Tab. 2.5.1 uvádí výsledky měření chlupatosti přízí pomocí obrazové analýzy podélných pohledů příze Lucia. Jedná se o hustotní průměr příze, celkovou chlupatost příze určenou jako integrál od zjištěného hustotního průměru a intervaly polovičního úbytku vláken husté a řídké chlupatosti h_1 a h_2 .

Obr. 2.5.1

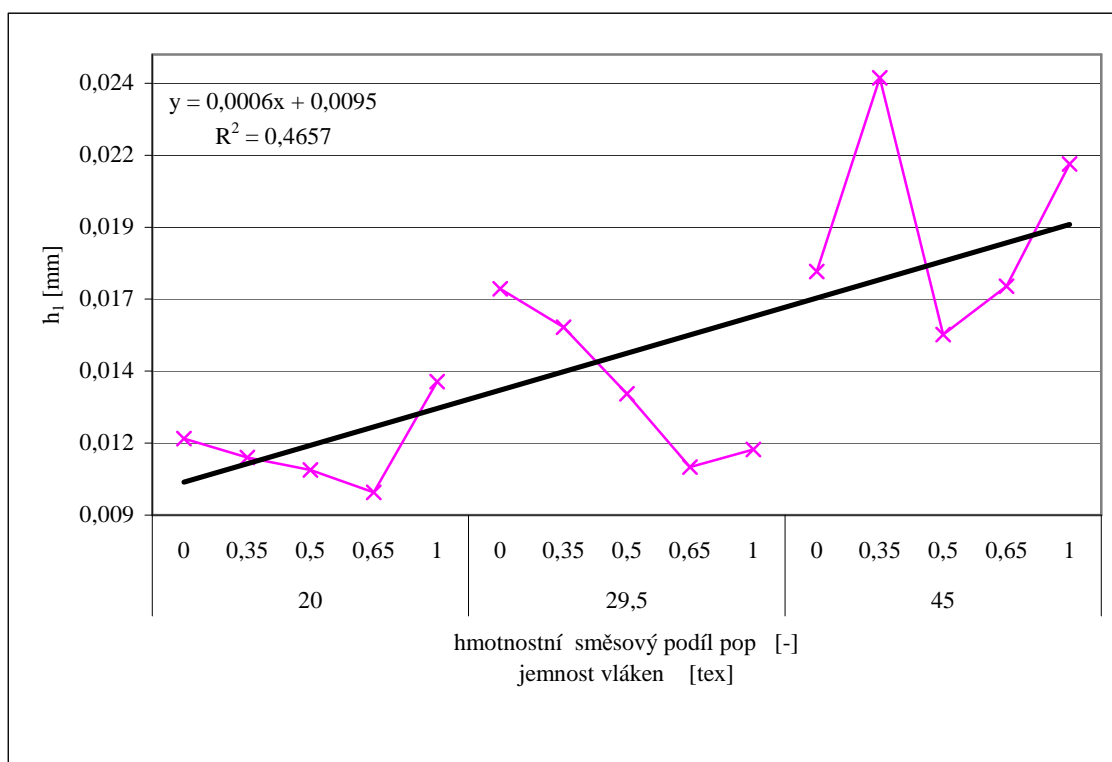


Tab. 2.5.2

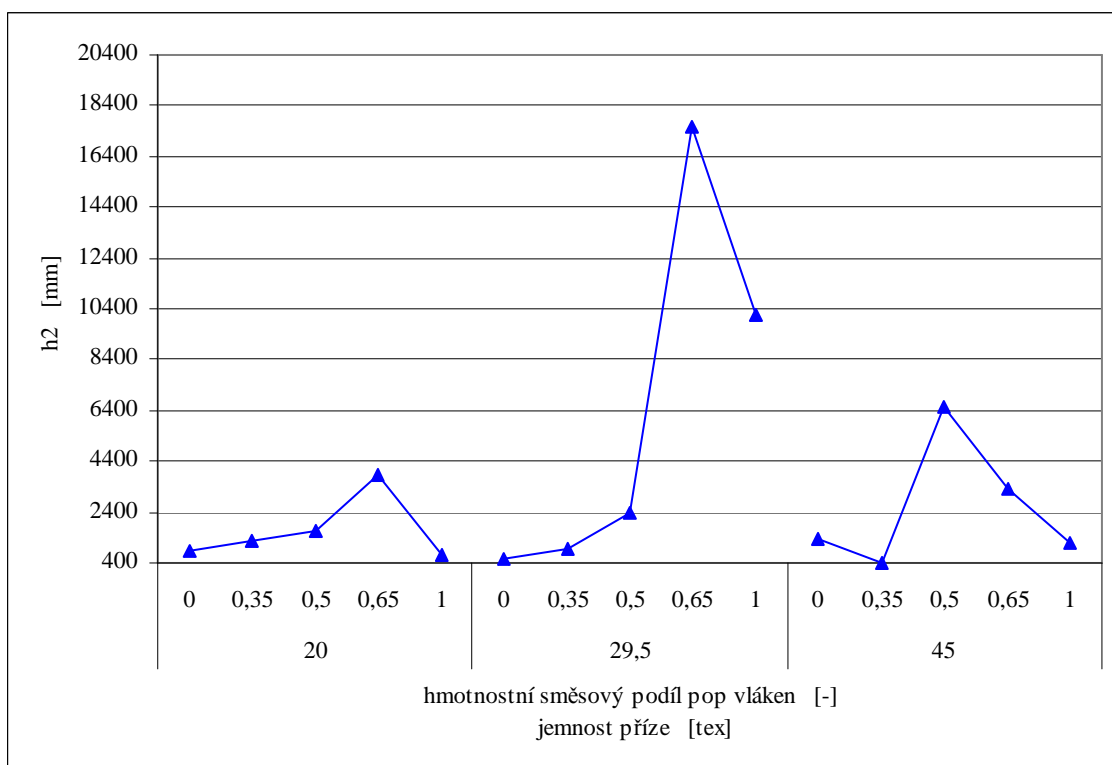
Barva křivky	Materiálové složení příze
Nebeská modř	100% CO
Žlutá	65% CO / 35% pop
modrá	50% CO / 50% pop
zelená	35% CO / 65% pop
červená	100% pop

Na obr. 2.5.1 jsou průběhy křivek chlupatosti. Jejich materiálové složení je označeno barevně s vysvětlením uvedeném v tab. 2.5.2 a jemností označenou vždy vpravo od určité pětice křivek.

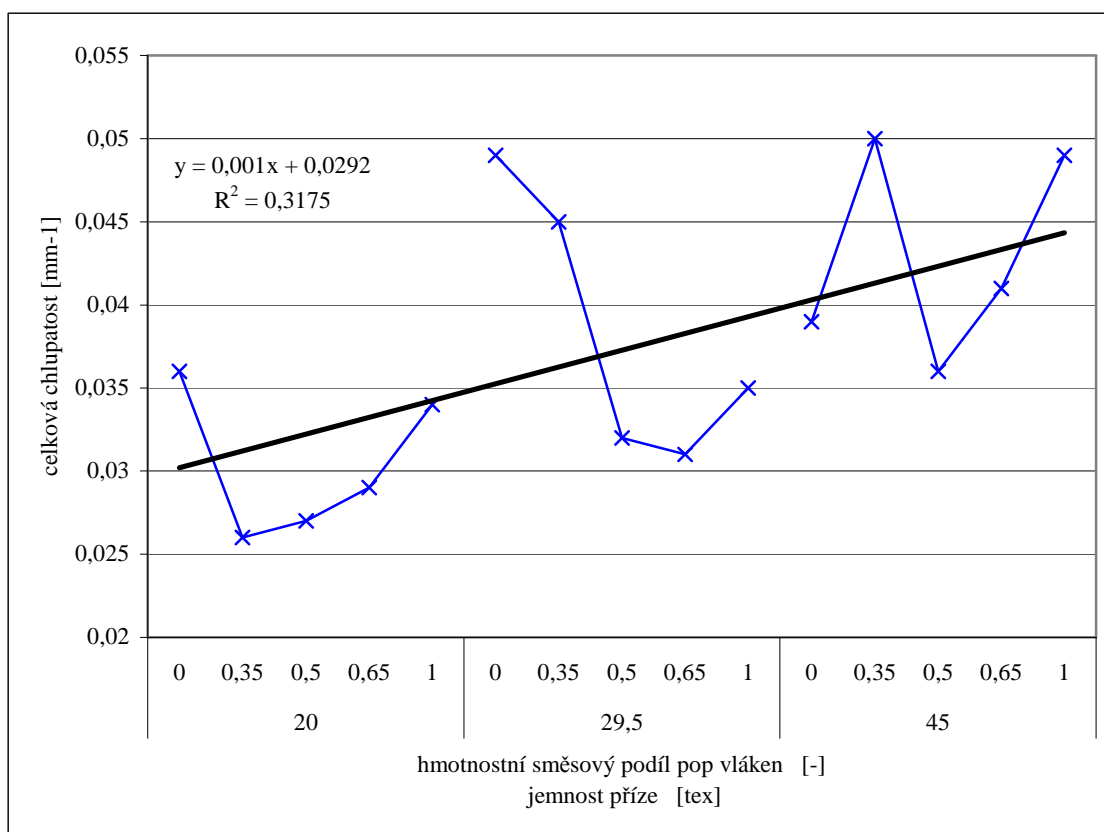
Obr.2.5.2



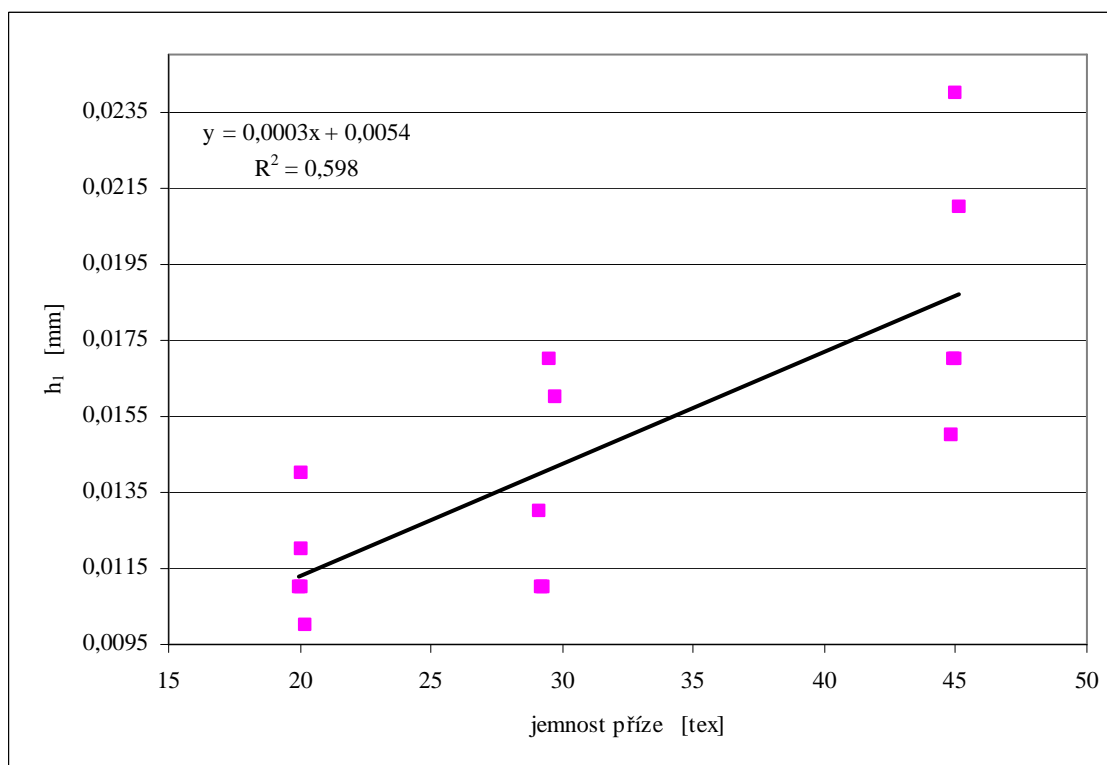
Obr. 2.5.3



Obr. 2.5.4



Obr. 2.5.5

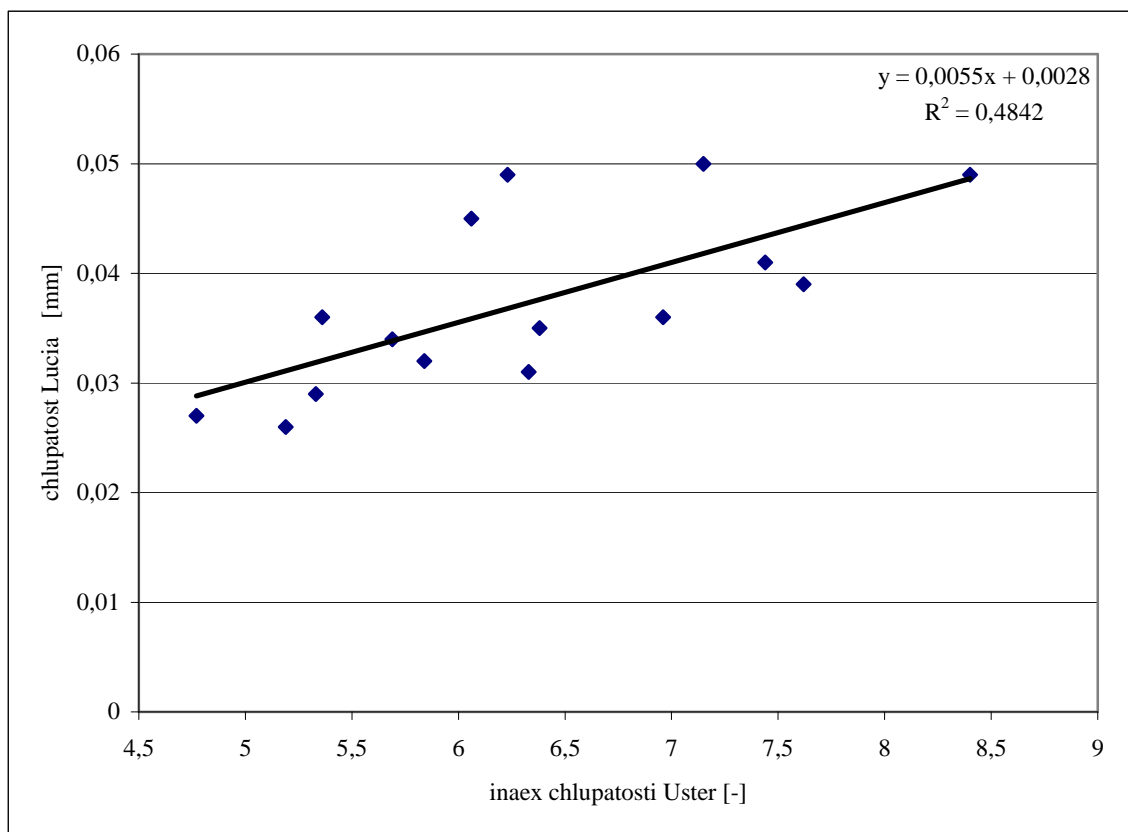


Obr. 3.5.1 až 3.5.4 ukazují, že nejvíce odstávajících vláken, tedy nejvyšší hodnoty chlupatosti, vykazují příze.s vyšším počtem vláken a nižším zákrutem. Závislost chlupatosti na hmotnostním směsovém podílu pop vláken v přízi se nepotvrdila (obr.2.5.2).

Tab. 2.5.3

jemnost příze [tex]	hmotnostní směsový podíl pop vláken [-]	naměřená jemnost příze [tex]	index chlupatosti Uster [-]
20	0	20,02	5,36
	0,35	19,99	5,19
	0,50	20,03	4,77
	0,65	20,15	5,33
	1	20,03	5,69
29,5	0	29,51	6,23
	0,35	29,73	6,06
	0,50	29,08	5,84
	0,65	29,22	6,33
	1	29,23	6,38
45	0	45,00	7,62
	0,35	44,96	7,15
	0,50	44,80	6,96
	0,65	44,90	7,44
	1	45,10	8,4

Obr.3.5.6



Závěr

Čím je příze jemnější, tím vyšší má zákrut. Se zvyšujícím průměrem příze se zvyšuje její chlupatost. Tento trend potvrzují výsledky analýzy podélných pohledů příze Lucia (trend celkové chlupatosti i hodnoty polovičního úbytku vláken husté chlupatosti)-i měření přístrojem Uster Tester (obr.2.5.5 a 2.5.6). Závislost chlupatosti a závislost hodnoty polovičního úbytku vláken husté a řídké chlupatosti na hmotnostním směrovém podílu pop vláken v přízi se nepotvrdily(obr.2.5.2 až obr.2.5.4).

2.6 Hodnocení kvality promísení dvoukomponentní příze indexem směsování IBI

Tab 2.6.1

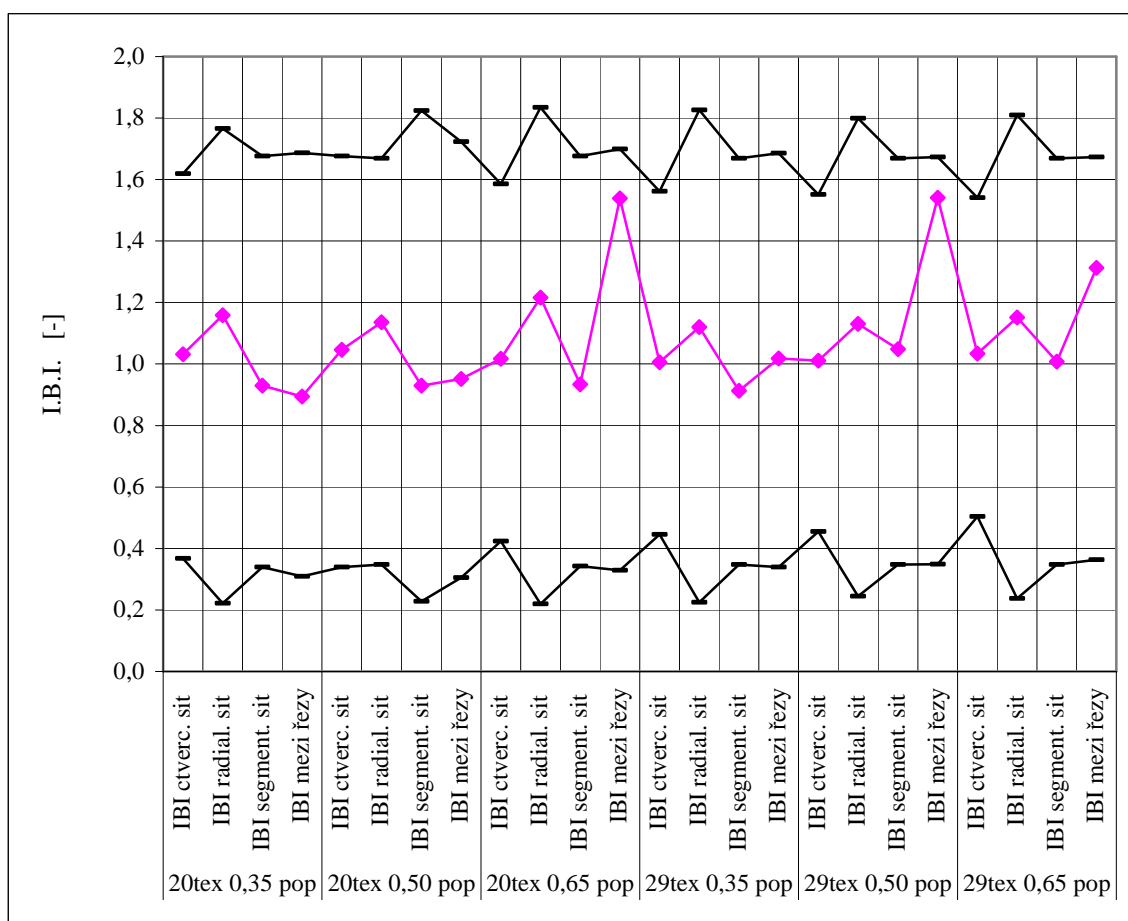
jemnost příze [tex] hm.směs.podíl pop [-]		I.B.I [-]	konf. Interval I.B.I. [-]	
			dolní mez	horní mez
20 tex 0,35 pop	IBI ctverc. sit	1,032	0,367	1,619
	IBI radial. sit	1,158	0,222	1,765
	IBI segment. sit	0,930	0,340	1,676
	IBI mezi řezy	0,894	0,310	1,687
20 tex 0,50 pop	IBI ctverc. sit	1,046	0,340	1,676
	IBI radial. sit	1,136	0,348	1,669
	IBI segment. sit	0,929	0,228	1,824
	IBI mezi řezy	0,952	0,305	1,723
20 tex 0,65 pop	IBI ctverc. sit	1,017	0,423	1,586
	IBI radial. sit	1,216	0,220	1,835
	IBI segment. sit	0,933	0,342	1,676
	IBI mezi řezy	1,538	0,329	1,699
29,5 tex 0,35 pop	IBI ctverc. sit	1,005	0,445	1,562
	IBI radial. sit	1,121	0,225	1,826
	IBI segment. sit	0,913	0,348	1,669
	IBI mezi řezy	1,018	0,339	1,686
29,5 tex 0,50 pop	IBI ctverc. sit	1,011	0,455	1,551
	IBI radial. sit	1,130	0,244	1,799
	IBI segment. sit	1,048	0,348	1,669
	IBI mezi řezy	1,541	0,349	1,673
29,5 tex 0,65 pop	IBI ctverc. sit	1,034	0,504	1,540
	IBI radial. sit	1,151	0,237	1,810
	IBI segment. sit	1,008	0,348	1,669
	IBI mezi řezy	1,313	0,363	1,673

Pro vysoký počet vláken v řezu příze jemnosti 45 tex nebylo možné z technických důvodů tuto směšovou přízi hodnotit pomocí indexu směsování I:B:I:

V tabulce 2.6.1 jsou vypočtené hodnoty I.B.I. a intervaly spolehlivosti pro náhodné uspořádání vláken obou komponent přízí.

Na obr. 2.6.1 je vidět, že všechny příze zkoumané pomocí indexu směsování I.B.I. splňují podmínku náhodnosti uspořádání (viz. kap.1.5.3).

Obr. 2.6.1



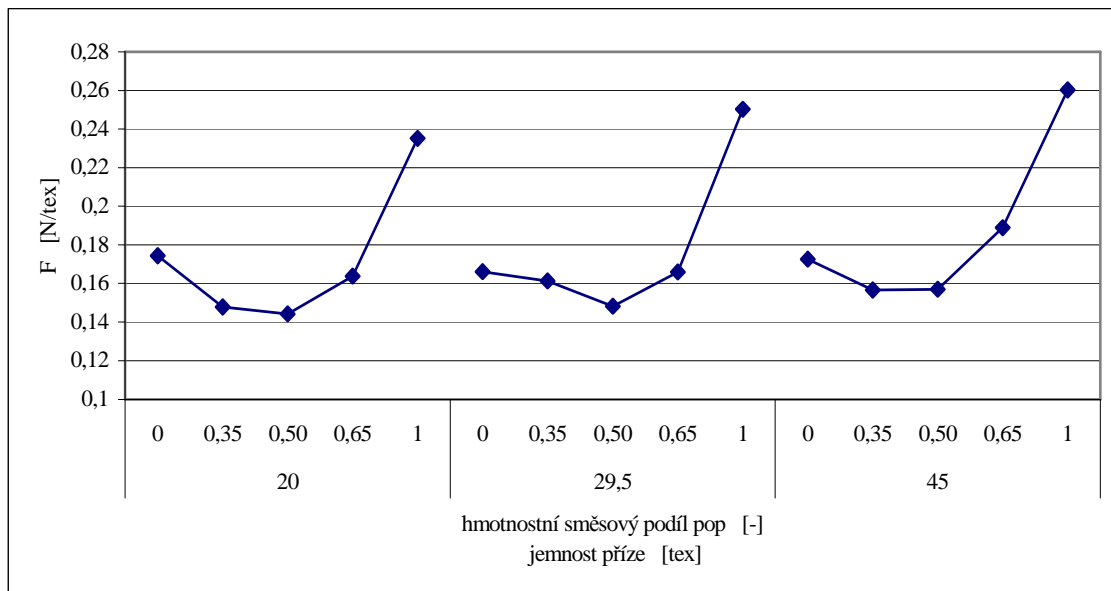
Závěr

Všechny zkoumané příze pomocí indexu směsování I.B.I. splňují podmínku náhodnosti uspořádání vláken obou komponent (Co/pop) v řezu příze. Podle obr.2.6.1. indexu směsování I.B.I jsou ve všech přízích vlákna rovnoměrně promísena nejen v řezu, ale i v celé délce příze.

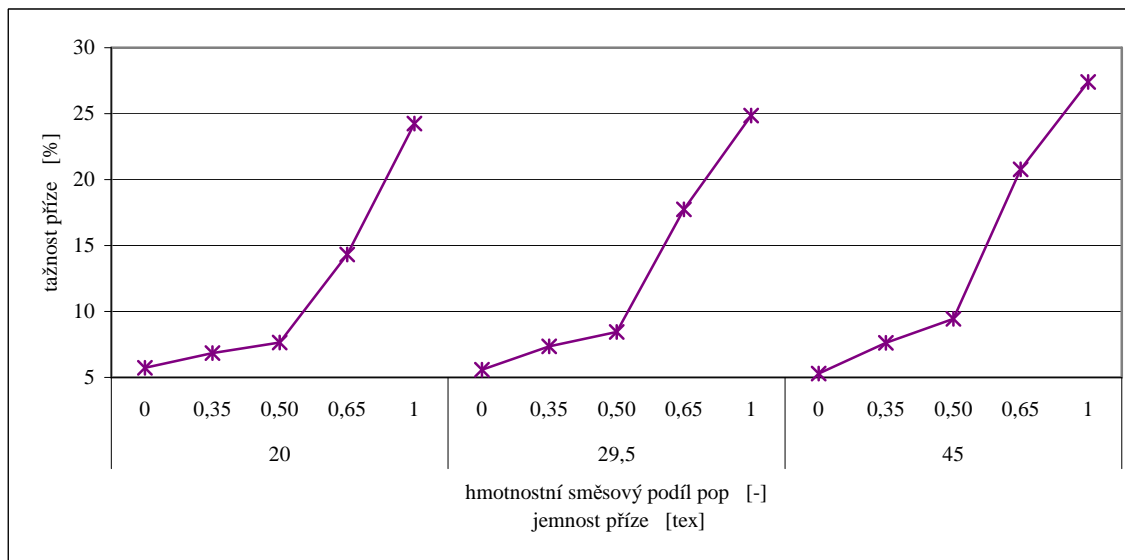
2.7 Pevnost příze

Pevnost a tažnost přízí byla měřena na přístroji Istron dle ČSN-EN-ISO-2062.

Obr.2.7.1



Obr.2.7.2



Závěr

S rostoucím podílem polypropylénových vláken v přízi roste její tažnost (obr.2.7.2.). Prudký nárůst vykazují příze s vyšším než 50% podílem pop vláken. Pevnost příze se oproti 100%Co snižuje až do směšového podílu 50%Co/50%pop, kdy je pevnost nejnižší. Výrazné zvýšení pevnosti vykazují 100% pop příze.

3. Závěr

Průměr příze je nejvíce ovlivněn jejím materiálovým složením, počtem vláken v přízi (jemností) a zákrutem (resp. zákrutovým koeficientem). Polypropylénová vlákna mají mnohem nižší hustotu, proto mají při stejné jemnosti větší plochu průřezu oproti vláknům bavlněným. Z tohoto plyne, že příze s vyšším obsahem pop vláken při zachování jemnosti vykazují mnohem vyšší zaplnění.

Chlupatost příze se zvýšila se zvýšením počtu vláken v průřezu příze, tedy se zvýšením její jemnosti. Avšak příze s vyšší jemností byly krouceny s nižším zákrutem. Z toho plyne, že se zvýšil počet „nepřikroucených“ konců vláken, zvýšila se celková chlupatost přízi i interval polovičního úbytku vláken husté chlupatosti. Zvýšení nestejnoměrnosti ukázala i měření na přístroji Uster Tester.

Obr.3.4.4 ukazuje na tendenci shlukování polypropylénových vláken v přízi. Stupeň promísení jednotlivých komponent v přízi byl vyhodnocen pomocí indexu směsování I.B.I. Přestože bylo touto metodou zjištěno, že komponenty ve všech přízích jsou náhodně uspořádané, tak z obr. 2.6.1 je patrná nejvyšší hodnota I.B.I. při rozložení příčného řezu použitím radiální sítě. Podle této hodnoty mají pop vlákna tendenci ke shlukování v jádru příze. (Prokázala-li by se tato schopnost dalším zkoumáním, bylo by, vzhledem k vyšší pevnosti, vhodné tyto příze používat např. jako šicí-jádrové.)

Tažnost a poměrná pevnost přízi se zdá být kritická při směsovém podílu 50%Co/50%pop. Při směsovém podílu pop vláken vyšším než 50% prudce stoupá jak poměrná pevnost příze, tak i její tahnost.

Dosavadní měření prokázala, že s rostoucím podílem pop vláken v přízi:

- 1) roste průměr příze,
- 2) zvyšuje se zaplnění příze (kritické při 35%pop vláken v přízi),
- 3) roste interval polovičního úbytku vláken husté chlupatosti (kritický při 65%pop vláken v přízi jemnosti 20 tex a 29,5 tex, 50%pop vláken v přízi u jemnosti 45 tex.)
- 4) zvyšuje se celková chlupatost příze (kritická hodnota podílu pop vláken v přízi se podle jemností liší)
- 5) zvyšuje se její nestejnoměrnost (kritický podíl 50% pop vláken ve směsi),
- 6) má vyšší poměrnou pevnost (kritický podíl 50% pop vláken ve směsi),
- 7) i vyšší tahnost. (roste s podílem pop vláken ve směsi, přesto (viz obr.2.7.2 lze za kritický označit 50%pop ve směsi)

Aby bylo v budoucnu možné vytvořit matematický model nejen pro tvorbu přízí požadovaných vlastností, ale i pro výrobu plošných textilií, je třeba obdobným způsobem ošetřit co nejvíce přízí různých typů, jemností, materiálového složení a odlišných směsových poměrů daných materiálů.

Seznam použité literatury

- [1] Balakrishna, Iyer K, Phatarfod, R.M.: Some aspects of yarn structure [J. Textile Inst.] 1965
- [2] Cihlářová, E.: Hmotová nestejnost délkových a plošných textilií. [Skriptum TUL] 2002
- [3] Coplan, M. J., Klein, W. G.: A study of blended woolen structures, Part V- Methods of within-section blend analysis [Textile Research Journal] 1958
- [4] Grishanov, S.A., Lomotov, S.V., Harwood, R.J.: The mechanical simulation of the geometry of a two-component yarn, Part II-Fibre distribution in the yarn cross section [Textile Research Journal] 1965
- [5] Hearle, J.W.S, Gupta, B. S.: Migration of fibers in yarn. Part III- A study of migration in staple fiber rayon yarn [Textile Res. J.] 1965
- [6] Hladík, V. a kol.: Textilní Vlákná Praha 1970
- [7] Hradilová, J.: Chlupatost přízí [Diplomová práce] Liberec 2004
- [8] Křemenáková D., Militký J.: Metody stanovení kvality směsování [Strutex] Liberec 1999
- [9] Křemenáková, D.: Modelování geometrie a pevnosti bavlnářských přízí. Habilitační práce. [Fakulta Textilní Technické Univerzity v Liberci] 2005.
- [10] Křemenáková, D., Neckář, B., Roček, V.: Rozdělení vlákenných svazků ve směsové přízi [Strutex] Liberec 1997
- [11] Maršálová, M.: Zpracovatelské vlastnosti vláken [Návody na cvičení] Liberec 2002
- [12] Meloun, M., Militký, J.: Kompendium statistického zpracování dat Praha 2002
- [13] Militký, J.: Textilní vlákna [Skriptum TUL] Liberec 1995
- [14] Morton, W. E., Yen, K. C.: The arrangement of fibers in fibro yarns [J. Textile Inst.] 1952
- [15] Neckář, B.: Příze [SNTL] Praha 1990
- [16] Neckář B., Křemenáková, D.: Strukturní aspekty geometrických a mechanických vlastností staplových přízí [Strutex] Liberec 1999
- [17] Neckář, B., Ibrahim, S.: Structural theory of fibrous assemblies and yarns- část I.
- [18] Neckář, B., Roček, V., Voborová, J.: Chlupatost příze - část II: metoda měření a vyhodnocení chlupatosti [Strutex] Liberec 2000
- [19] Neckář, B.: Chlupatost příze - část I: teoretický model chlupatosti [Strutex] Liberec 2000
- [20] Neckář, B.: Struktura a vlastnosti textilií I [Přednášky] Liberec 2002
- [21] Neckář, B.: Morfologie a strukturní mechanika obecných vlákenných útvarů [Skriptum TUL] Liberec 2001
- [22] Schwarz, E.R.: Certain Aspects of Yarn Structure [Textile Res. J.] 1950
- [23] Ursíny, P.: Předání I [Skriptum TUL] Liberec 2001
- [24] Voborová, J., Neckář, B.: Chlupatost a průměry přízí - poznatky z měření [Strutex] Liberec 2001
- [25] Zotikov, V. E., Frolova, T. A.: Method for determining Radial inhomogeneity in yarn [Textil Prom.] 1965
- [26] Encyclopedia of Textiles, Fibers, and Nonwoven Fabrics USA 1976
- [27] Příručka textilního odborníka Část 1. SNTL Praha 1981

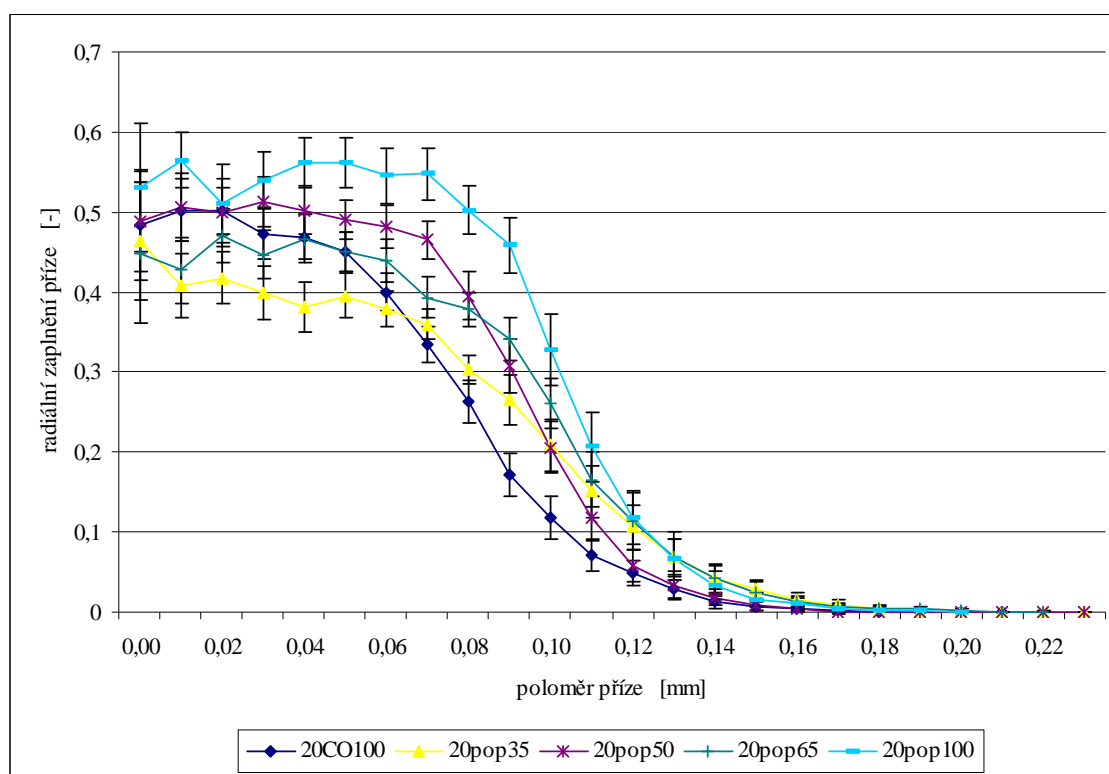
- [28] ČSN 01 1310
- [29] ČSN 80 0001
- [30] ČSN 80 0070
- [31] ČSN 80 0203
- [32] ČSN 80 0269 (ST SEV 2724-80)
- [33] ČSN 80 0701
- [34] ČSN 800238
- [35] ČSN EN ISO 1973 (80 0269)
- [36] ČSN EN ISO 2060 (80 0702)
- [37] ČSN-EN-ISO-2062
- [38] IN 12-108-01/01
- [39] IN 21-108-01/01
- [40] IN 22-102-01/01
- [41] IN 22-103-01/01
- [42] IN 46-108-01/01

Internetové vyhledávací zdroje:

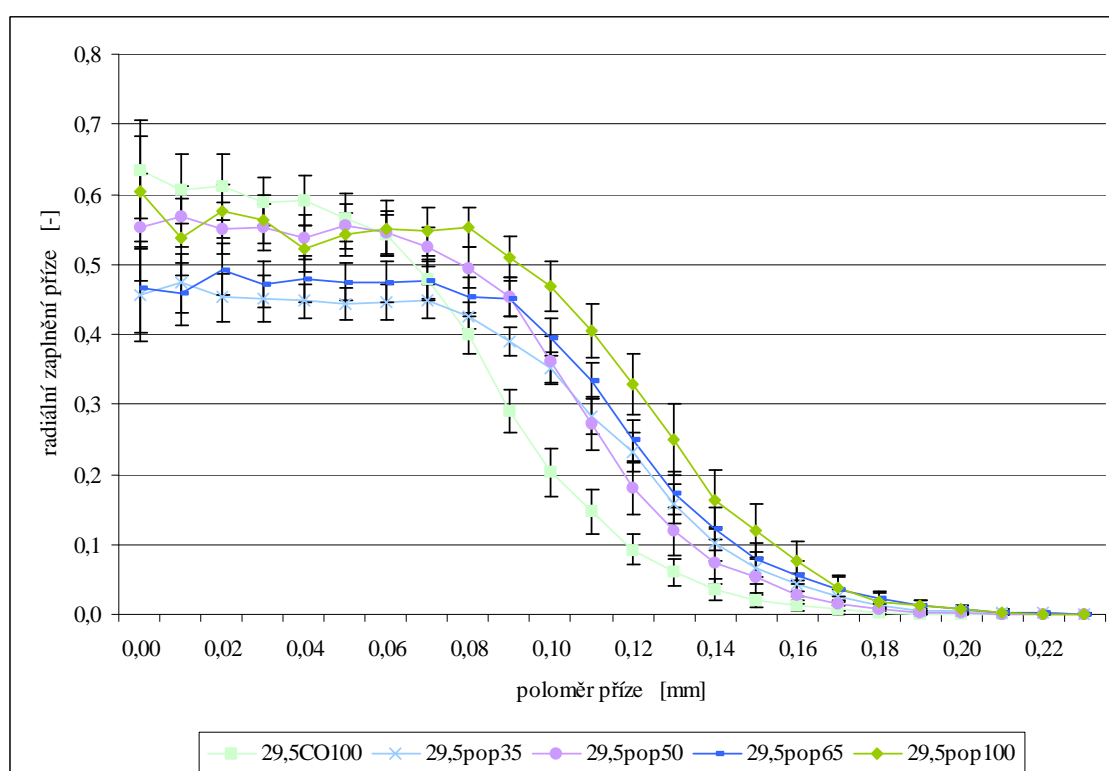
- a) Atlas- www.atlas.cz
- b) Centrum - www.centrum.cz,
- c) Ebcso - <http://search.epnet.com>,
- d) Easy net - www.easynet.com,
- e) Fibers and Textile in Eastern Europe <http://www.fibtex.lodz.pl/>
- f) Find articles –[http:// www.findarticles.com](http://www.findarticles.com)
- g) Googole - www.google.com,
- h) ProQuest - <http://proquest.umi.com/login>,
- i) Seznam – www.seznam.cz
- j) Textil cz. www.textil.cz
- k) Textile industries - www.textileindustries.com,
- l) Textile Research Journal <http://www.textileresearchjournal.com/>
- m) Textile Topics www.textiletopics.ttu.edu
- n) Textile world - www.textileworld.com,
- o) Web of Knowledge - <http://isi01.isiknowledge.com/portal.cgi/>

Příloha A

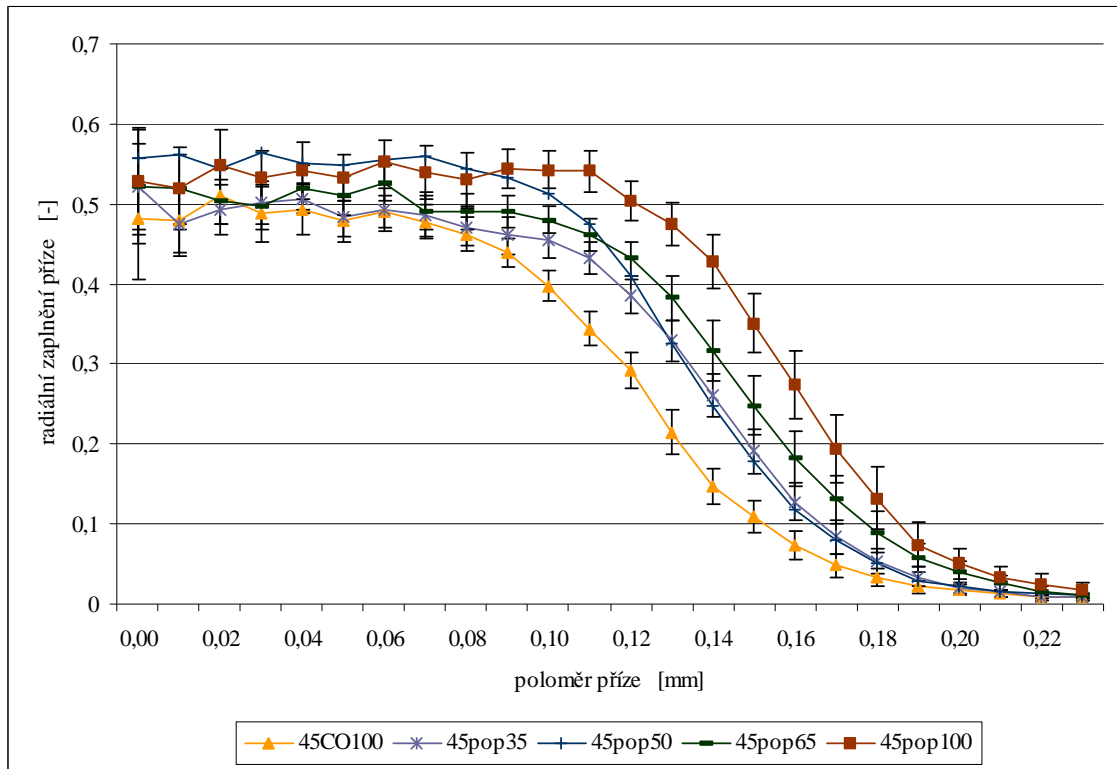
Obr. A1 -radiální zaplnění přízí o jemnosti 20 tex



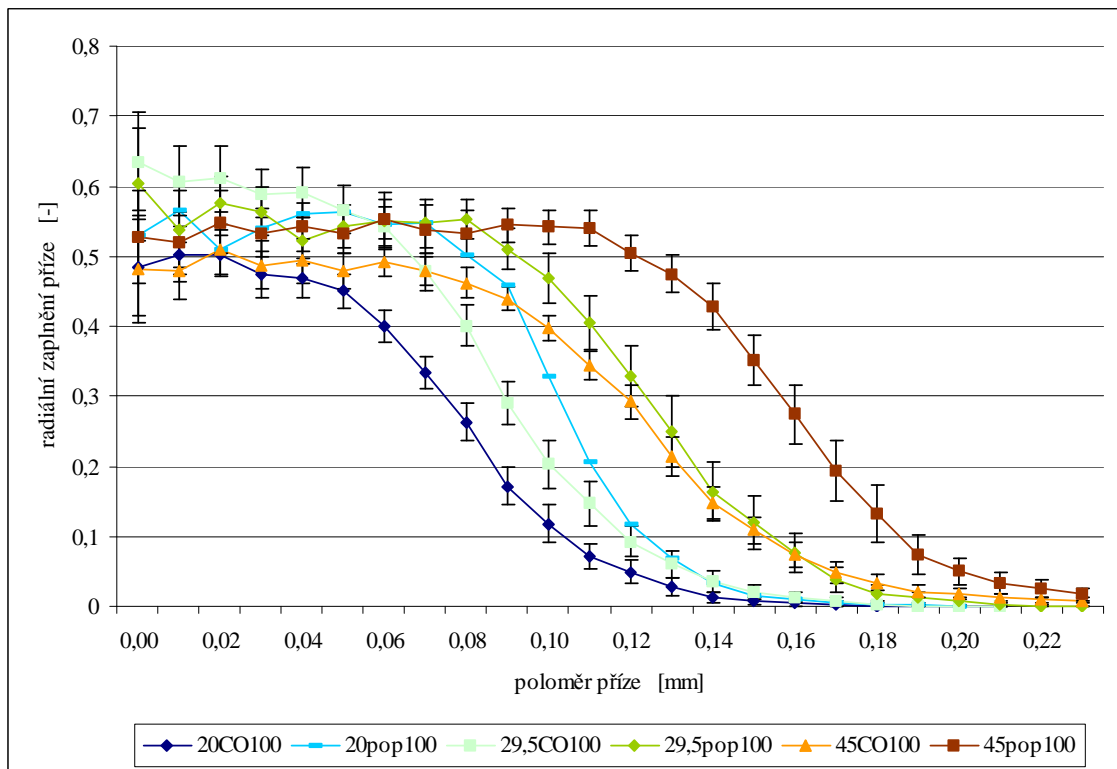
Obr. A2 -radiální zaplnění přízí o jemnosti 29,5 tex



Obr. A3 -radiální zaplnění přízí o jemnosti 45 tex

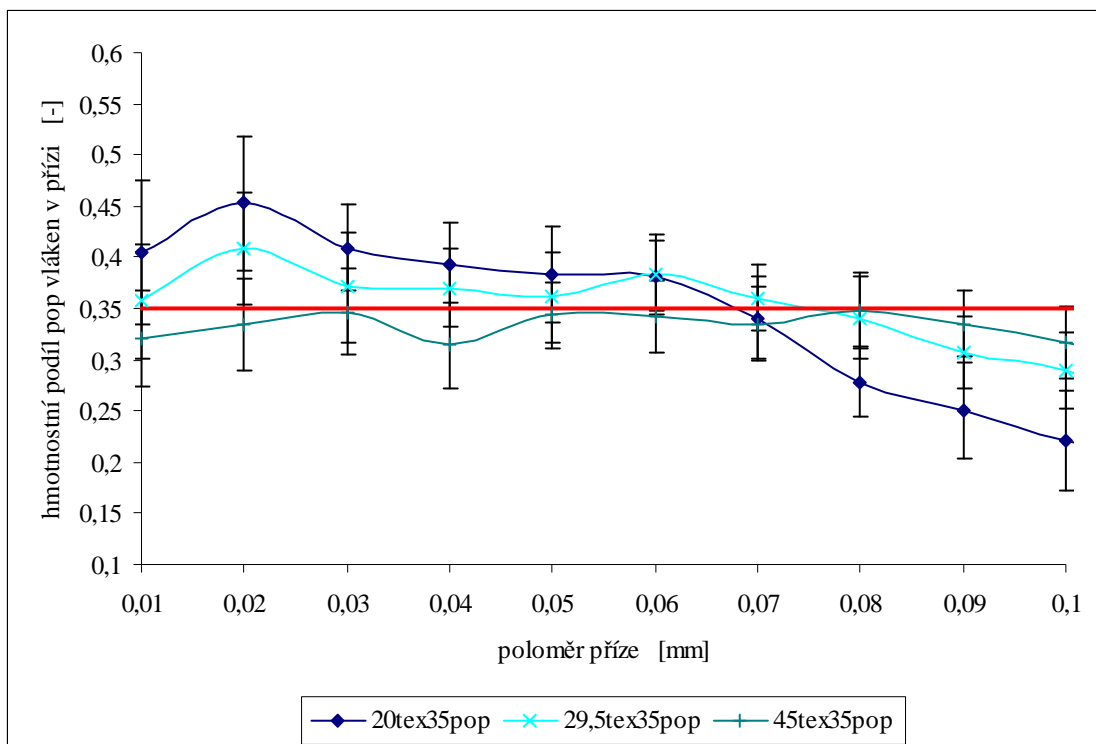


Obr. A4 -radiální zaplnění jednokomponentních přízí

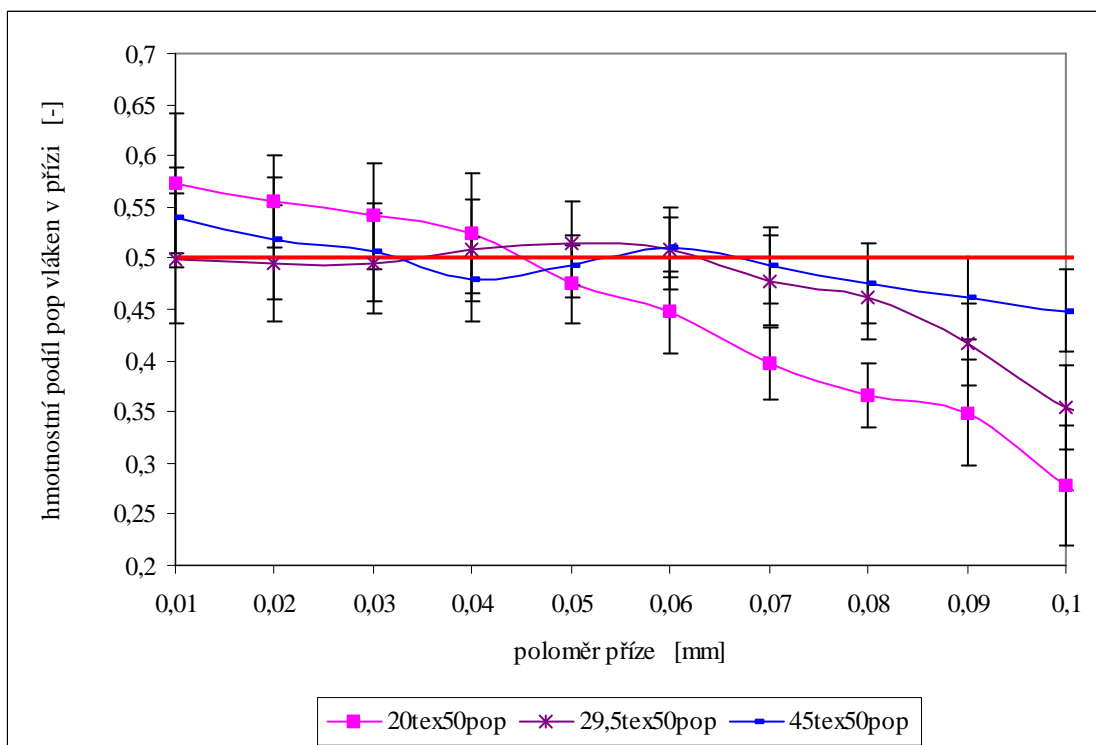


Příloha B

Obr. B1 -Hmotnostní podíl pop vláken v závislosti na poloměru příze



Obr. B2 -Hmotnostní podíl pop vláken v závislosti na poloměru příze



Obr. B3 -Hmotnostní podíl pop vláken v závislosti na poloměru příze

